

Lane
Aus der Medizinischen und Gerichtlichen Veterinärklinik
der Justus Liebig-Hochschule zu Giessen.

Leiter: Prof. Dr. O. Dehner.

**Untersuchungen über die Klimabehandlung
in der Tierklimakammer "Original Zeuzem"
an gesunden Hunden.**

LANE MEDICAL LIBRARY
SAN FRANCISCO

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Veterinär-Medizinischen Fakultät

der

Justus Liebig-Hochschule

zu

Giessen.

Vorgelegt von Hans-Jürgen Sörrensen

Tierarzt aus Oldenburg i. O.

Giessen 1954

Aus der Medizinischen- und Gerichtlichen
Veterinärklinik der Justus Liebig-Hochschule
zu Giessen.

Leiter: Prof. Dr. O. D e h n e r

Untersuchungen über die Klimabehandlung
in der Tierklimakammer "Original Zeuzem"
an gesunden Hunden.

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Veterinär-Medizinischen Fakultät
der
Justus Liebig-Hochschule
zu
G i e s s e n .

Vorgelegt von
Hans-Jürgen Sörrensen, Tierarzt, aus Oldenburg i.O.
Giessen
1954

Mit Genehmigung der Veterinär-Medizinischen
Fakultät der Justus Liebig-Hochschule, Giessen.

Dekan: Prof. Dr. H. K e l l e r

Berichterstatter: Prof. Dr. O. D e h n e r

Tag der mündlichen Prüfung:

20. Februar 1954

Inhalt s a n g a b e

=====

Seite

A. Einleitung	1
B. Schrifttum	
über: 1. Ultraviolette Strahlen	3
2. Infrarote Strahlen	7
3. Aerosole	9
4. Aeroionen	13
5. Unterdruck und Sauerstoff- mangel	16
6. Klimakammer	27
C. Eigene Untersuchungen	
1. Beschreibung der Klimakammer	32
2. Versuchsanordnung	35
3. Versuche	37
D. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	59
E. Mängel der Tierklimakammer "Original Zeuzem" und Vorschläge zu ihrer Verbesserung	61
F. Schlußsätze	63
G. Literaturverzeichniss	65



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. Einleitung.

Schon aus dem Altertum ist es uns bekannt, daß kranke Menschen die natürlichen Heilmittel zu nutzen wußten. Heilbäder und sonnige Gegenden wurden aufgesucht, teils zur Erholung, teils zur Gesundung. Bei diesem Brauch ist es bis heute geblieben. Seit dem Aufblühen der experimentellen Naturwissenschaften untersuchten viele Forscher die das Körpergeschehen beeinflussen den Klimaelemente auf ihre physikalische Beschaffenheit und die Art und Folgen der Einwirkung auf den lebenden, vor allem auf den menschlichen Organismus. Die Folgerungen aus diesen Untersuchungen in weiterem Umfang in die Praxis umzusetzen ermöglichten die Fortschritte der Technik. In den Bädern wurden die der Applikation der Sole dienenden Apparaturen verfeinert, unter anderem wurde die Sole zur Inhalation in feinste Tröpfchen zerstäubt, zum Teil nachdem diese Tröpfchen elektrisch aufgeladen waren. Man entwickelte Apparaturen, die einzelne Klimafaktoren künstlich weitgehendst zu ersetzen in der Lage sind. Am bekanntesten ist wohl die auch in der Veterinärmedizin verbreitete Höhensonne, ein Ultraviolett-Strahler. Hierher gehört auch die Unterdruckkammer, mit Hilfe weiterer Erzeuger künstlicher Klimafaktoren erweitert zur Klimakammer. Man ist hierbei bestrebt, in einem kleinen Raum ein gewünschtes Raumklima zu erzeugen, das dem tropischen, Wüsten-, Hochgebirgsklima usw. ähnelt und das dann der weiteren Erforschung und der Therapie dient. Die Humanmedizin hat bereits seit längeren Jahren diese Klimakammer zur Therapie der verschiedensten Krankheiten herangezogen. Eine Behandlung des Menschen in einer Klimakammer kann aber einen Aufenthalt in einem Kurort nicht vollständig ersetzen, vor allem deshalb nicht, weil das psychische Moment in der Humanmedizin eine große Rolle spielt. Dieses Moment ist in der Behandlung von Tieren nur von untergeordneter Bedeutung.

Es liegt nun nahe, die Brauchbarkeit der Klimakammer für die Behandlung von Krankheiten bei unseren Tieren zu untersuchen. Zuvor aber ist es wichtig zu wissen, ob und in welcher Weise die physiologischen Vorgänge

beim gesunden Tier durch eine Behandlung in der Klimakammer beeinflusst werden. Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, gesunde Hunde einer Behandlung in der Klimakammer auszusetzen und deren Einwirkung auf das zelluläre Blutbild, die Blutkörperensenkungsgeschwindigkeit und die Serumeiweißverhältnisse zu untersuchen.

Den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen vorangestellt ist eine Betrachtung der in der Klimakammer wirkenden Faktoren anhand des Schrifttums, vor allem hinsichtlich ihrer physiologischen Wirkungen und ihrer therapeutischen Verwendungsmöglichkeiten in der Human- und Veterinärmedizin.

B. S c h r i f t t u m .

1. Ultraviolette Strahlen.

Die ultravioletten Strahlen (Wellenlänge unter 4000 m μ) sind kurzwelliger als die des sichtbaren Lichtes, die in der Wellenlänge zwischen 400 und 800 m μ liegen. Nach A m e l u n g (2) werden die ultravioletten Strahlen der "künstlichen Höhensonne" in drei Gruppen eingeteilt. Die ultraviolette C-Strahlung besitzt eine kleinere Wellenlänge als 280 m μ und ist in der Strahlung der Hanauer Quarzlampe enthalten, fehlt aber dem natürlichen Sonnenlicht. Sie erzeugt ein starkes Erythem und anschließend Pigmentierung der Haut. Die ultraviolette B-Strahlung, auch Dorno-Strahlung, liegt zwischen 280 und 320 m μ Wellenlänge. Sie wird als wichtigste biologische ultraviolette Strahlung angesehen, wirkt rachitisheilend und erythem- und pigmentbildend. Die langwelligeren ultravioletten A-Strahlen (zwischen 320 und 400 m μ Wellenlänge) entwickeln eine geringere biologische Aktivität. "Höchstwahrscheinlich ist das kurzwellige Ultraviolett hauptsächlich heilend bei der Rachitis, das mehr langwellige besonders bei der Tuberkulose und wichtig für die Mobilisierung der Abwehrkräfte bei zahlreichen anderen Erkrankungen" (A m e l u n g (2)). Leider ist ihre Anwendung in der Veterinärmedizin nicht so einfach wie in der Humanmedizin. H o l z (37) und auch W i t t m a n n - R e f i k (74) haben festgestellt, daß das natürliche Haarkleid des Hundes und Pferdes imstande ist, die Strahlenwirkung auszuschalten. So konnte H o l z (37) beim Hund erst einen Effekt erzielen, nachdem er vor der Bestrahlung eine größere Hautpartie - hier die des Rückens - geschoren hatte. Er ließ die Strahlen der Quarzlampe (Höhensonne) aus 40 cm Entfernung eine halbe Stunde auf die geschorene Hautpartie einwirken und beobachtete das Blutbild. Das Hautpigment beeinflusste die Strahlenwirkung und das Versuchsergebnis nicht. Das rote Blutbild blieb bei allen Bestrahlungen unverändert. Dagegen trat eine starke Leukozytose ein. Die Leukozytenzahlen waren innerhalb von 2 bis 28 Stunden nach der Bestrahlung um 70 bis 300 Prozent gegenüber den Aus-

gangswerten erhöht, diese wurden 54 bis 73 Stunden nach der Bestrahlung wieder erreicht. Dabei fand er in allen Fällen ein Auftreten von Myelozyten und eine Vermehrung der jugendlichen und stabkernigen neutrophilen Leukozyten auf Kosten der segmentkernigen, die regelmäßig abnahmen. Es trat also eine eindeutige Leukozytose auf. Dasselbe Ergebnis zeigten auch die Untersuchungen von P o p (54). Diese ergaben außerdem, daß die Anzahl der Lymphozyten in den ersten 6 Stunden nach der Bestrahlung zunahmen, um dann wieder zu sinken. P o p (54) bestrahlte nicht so lange (22 Minuten) und auch aus einem größeren Abstand. Er fand keinen so starken Anstieg der Leukozyten wie H o l z (37), die in seinen Versuchen bereits nach 24 Stunden den Normalwert wieder erreichten. W i t t m a n n und R e f i k (74) stellten Untersuchungen am Pferde an. Sie bestrahlten einen geschorenen Teil der Haut des Halses 60 Minuten lang aus 10 cm Entfernung. Auch sie beobachteten eine starke Leukozytose, vor allem eine Neutrophilie. Nach ihren Angaben trat eine Lymphopenie auf. Die Betrachtung der mitgeteilten Blutbilder zeigt allerdings, daß es sich nur um eine relative Lymphopenie handelte. Rechnet man auf absolute Werte um, so änderte sich bei ihren Versuchen die Lymphozytenzahl kaum oder stieg gleichzeitig mit den Neutrophilen, allerdings nur geringgradig, an. Die qualitative Untersuchung der Leukozytenarten ergab keine wesentlichen Veränderungen der Einzelteile. W i t t m a n n und R e f i k (74) schließen daraus, daß die ultravioletten Strahlen keindirekten Einfluß auf die Bildungsstätten der weißen Blutkörperchen ausüben. Diese Leukozytose ist ihrer Ansicht nach eine Verteilungsleukozytose. Die Ausgangswerte waren nach drei Tagen erreicht. Eine zweite Bestrahlung desselben Pferdes ergab eine bedeutend schwächere Reaktion. Es trat also nach ultravioletter Bestrahlung eine Leukozytose und eine damit verbundene Steigerung des Zellstoffwechsels im gesamten Organismus auf. Das zeigt, daß die Höhensonne für eine sogenannte Reiztherapie geeignet ist. - Nach einer Bestrahlung trat nicht sofort, sondern erst nach einigen Stunden ein Erythem auf, das nach einigen Tagen unter Hinterlassung einer anhaltenden, graubraunen

Pigmentierung abklang. Eine zu starke Bestrahlung hatte Verbrennungserscheinungen zur Folge.

Bekannt ist die photochemische Wirkung des ultravioletten Lichtes. So aktiviert es das auch in der Haut vorhandene Provitamin Ergosterin zum Vitamin D₂ (antirachitisches Vitamin). Bestrahlt man die Milch, soll auch diese antirachitisch wirken, da sie reichlich Provitamine enthält. Es entstehen weiter durch Bestrahlung der Haut kleinste, aber doch wirksame Mengen von Cholin und Acetylcholin Körpern (V o g t und A m e l u n g (69)). Auch wird unter Lichteinwirkung eine Aktivierung wichtiger Hormonwirkungen angenommen. -

Indirekt wirken die ultravioletten Strahlen, vor allem die kurzwelligen, auf den Organismus durch Ionisierung, elektrische Aufladung, der in der Luft schwebenden Partikelchen, wobei im Verhältnis zu den positiven ein Überschuß an negativen Ionen entsteht, die wiederum viele Lebensvorgänge fördern (B e c k und L e g e l (4), K ü s t e r und F r i e b e r (43), R i e ß (57)). Hierauf soll später näher eingegangen werden.

Erwähnenswert, ja heute von großer praktischer Bedeutung, ist die baktericide Wirkung des ultravioletten Lichtes, die zur Zeit in Räumen, vor allem in Laboratorien, zur Entkeimung derselben genutzt wird.

Wir sehen, daß das ultraviolette Licht eine starke biologische Wirkung ausübt, und es ist nur folgerichtig, wenn es auch zur Therapie herangezogen wird. Als sehr nutzbringend haben sich die ultravioletten Strahlen in der Behandlung von Hautkrankheiten erwiesen, vor allem, wenn die Haut des Rückens und der Seitenbrust betroffen ist, da sie hier die Bestrahlung am besten verträgt. Bei der Behandlung von Hunden sah schon R a d e r m a c h e r (55) Erfolge nach der Bestrahlung von Ekzemen, vor allem von chronischen Rückenekzemen. Auch W i r t h (75) hat ausgedehnte Versuche in dieser Richtung angestellt. Eine heilende Wirkung fand er bei akuten und chronischen Ekzemen sowohl nässenden wie auch trockenen Charakters, ferner bei Akne und Trichophytie. Dagegen bemerkte er keinen Einfluß auf schwere Fälle von Demodicose, Acanthosis nigricans und Seborrhoe beim Hund, sowie von Pferdeeräude. Vor allem

bewährte sich diese Behandlung, wenn derbe Infiltrate und bindegewebsartige Hautverdickungen zum Schwinden gebracht werden sollten. Von Interesse ist noch seine Beobachtung, daß nach einer direkten, 1 bis 5 Minuten dauernden Bestrahlung der Augen von Hunden aus 20 cm Entfernung stets ein reichlicher Tränenfluß auftrat, sonstige Veränderungen aber im und am Auge danach während mehrerer Wochen nicht festzustellen waren. J o r d a n o f f (39) wandte die Höhensonne mit Erfolg bei Erythem, Ekzem, Akne, Alopezie, Furunkulose und Seborrhoe, ferner bei Otitis externa an. Bei Operationswunden führte die Bestrahlung zur Heilung per primam: eitrige Wunden reinigten sich ungewöhnlich rasch. Auch konnte er Rachitis heilen. Ähnliche Untersuchungen wie W i r t h (75) stellte noch W i e s e r (73) an. Er fand den heilenden Einfluß der ultravioletten Strahlung besonders stark bei der Bestrahlung chronischer Ekzeme, hier trat eine Hyperaemie, eine starke Abschuppung der Oberhaut und Milderung des Juckreizes ein, die chronische Entzündung wurde in eine akute übergeführt und so einer Heilung nähergebracht. Akute Ekzeme trockneten aus und die Infiltrate wurden beseitigt. Kontraindiziert ist seiner Ansicht nach die Bestrahlung hochgradig akuter Ekzeme. Bei Fettsucht eines Hundes sah er nach Anwendung der Höhensonne eine Steigerung der dissimilatorischen Vorgänge im Stoffwechsel und eine Abnahme des Fettpolsters. Als geringste Dosis der Bestrahlung kommt nach W i r t h (75) eine Entfernung der Lampe von etwa 30 cm bei einer Bestrahlungsdauer von ungefähr 15 Minuten in Betracht. W i e s e r (73) dagegen arbeitete auch mit geringerem Lampenabstand als 30 cm und sah dabei schon nach 10 Minuten Bestrahlungsdauer eine Reaktion.

2. Infrarote Strahlen . .

Die Wirkung der Infrarotstrahlen ist nicht in dem Maße untersucht worden wie die der ultravioletten. Diese Strahlen besitzen eine größere Wellenlänge als $0,8\mu$, während zwischen $0,4$ und $0,8\mu$ das sichtbare Licht liegt. In der Hauptsache rufen die infraroten (ultra-roten) Strahlen nur eine Wärmewirkung hervor. H e n s c h k e (31) stellte fest, daß nur die Strahlen von $0,7$ bis $1,3\mu$ im Gegensatz zu langwelligeren in tiefere Schichten der Haut eindringen und die größte Wärmewirkung hervorrufen, sie werden auch am besten vertragen. Sie liegen im langwelligeren Rot ($0,7$ bis $0,8\mu$) und im kurzwelligen Infrarot ($0,8$ bis $1,3\mu$). Bereits in 2 mm Tiefe war auch diese Strahlung etwa um $1/5$ geschwächt, in 4 cm Tiefe dringt nur noch $1/10000$ der auftreffenden Strahlung. Eine Temperaturerhöhung erfolgt nur in den oberflächlichen Schichten der Haut, von hieraus kann die Wärme in tiefere Schichten weitergeleitet werden. In größeren inneren Organen läßt sich wie die Messungen am Magen und Uterus zeigten, keine Temperaturerhöhung erzielen. Die langwellige Ultrarotstrahlung (über $1,3\mu$) verglich H e n s c h k e (31) mit Fangopackung und Heizkissen, er stellte fest, daß diese drei Verfahren in Bezug auf die Temperaturerhöhung in der Haut praktisch gleichwertig sind. Durch Bestrahlung des ganzen Körpers war es möglich, eine Temperaturerhöhung des ganzen Körpers um $0,5$ bis 1 Grad zu erreichen. Die Folge der Wärmewirkung der infraroten Strahlen ist somit eine Hyperaemie der Haut und dadurch eine Aktivierung der Blutzirkulation, die wiederum einen erhöhten Stoffwechsel und Nährstoffaustausch der Zellen sowie eine schnellere Vermehrung der Zellen und Erhöhung der Phagozytose bewirkt. Interessant ist die Beobachtung von B o v e n k a m p (12). Er stellte fest, daß ultraviolette und infrarote Strahlen gemeinsam angewandt synergistisch wirken, bei wechselweiser Anwendung dagegen antagonistisch. Gemeinsam gegeben bewirken sie Rötung und Blasenbildung. Das Ultraviolett-Erythem tritt erst eine Stunde und später nach der Bestrahlung auf, das Ultraroterythem aber

sofort. Bestrahlt man nun zuerst mit ultravioletten Strahlen, dann, bevor das ultraviolette Erythem auftritt, mit infraroten, so verhindern die letzteren das Auftreten des ultravioletten Erythems. Es tritt also in diesem Falle kein längerwährendes ultraviolettes Erythem mit anschließender Pigmentierung auf. Das durch infrarote Strahlen erzeugte Wärmeerythem zeigt sich nur für kurze Zeit unmittelbar nach der Bestrahlung. - Die infraroten Strahlen weisen ferner eine, wenn auch geringe, photochemische Wirkung auf. Vor allem sollen diese Strahlen das Wachstum fördern. H e i n z e r o t h (32) bemerkte eine schnellere Gewichtszunahme der unter infraroter Strahlenwirkung aufwachsenden Ratten. Eine gleichmäßige infrarote Bestrahlung wirkt nach R o b i n (58) günstiger als Ofenwärme. Um die Jungtiersterblichkeit herabzusetzen, werden heute prophylaktisch Infrarotstrahlen bei der Aufzucht von Geflügel und Ferkeln benutzt (Ferrando zit. nach R o b i n (58)). - Einen auffallenden Einfluß der Infrarotstrahlen auf das Blutbild wachsender Jungferkel konnte B e n n e r (5) nicht feststellen. Auch die Infrarotstrahlen können somit eine beachtliche biologische Wirkung ausüben.

3. A e r o s o l e .

Unter Luftkolloid, Aerosol und Luftplankton versteht man die Gesamtheit der Fremdstoffe in der Luft, von den Staubbeimengungen bis zu den ultramikroskopischen Kondensationskernen, den durch die Affinität zum Wasserdampf gekennzeichneten Schwebeteilchen der Luft, deren Radius zwischen 0,001 und 7 μ liegt. Diesen schwebenden Partikelchen kommt als Träger chemisch - physikalischer, pharmakologischer Stoffe, als Elektrizitätsträger und auch wegen ihrer Zahl und ihres Aggregatzustandes eine besondere Bedeutung für den Organismus zu (V o g t und A m e l u n g (69)). Es tauchte der Gedanke auf, Medikamente, auch Sole, zu vernebeln und zur Inhalationstherapie heranzuziehen, steht doch in der Lungenoberfläche eine sehr große Schleimhautfläche zur Resorption zur Verfügung, bei unseren Haustieren zwischen 50 und 300 qm (H a u s m a n n (28)). Die Resorptionsfähigkeit des Plattenepithels der Luftwege erwies sich als schlecht, die des Flimmerepithels dagegen als vorzüglich (B u s c h und B r i n k m a n n (14)). Eine besondere Bedeutung kommt der Größe der Tröpfchen zu. Tröpfchen unter 2 μ wurden nach F i n d e i s e n (18) zu einem großen Prozentsatz wieder ausgeatmet. Aus seinen Tierversuchen ging ferner hervor, daß bei einer Tröpfchengröße von 2 μ ungefähr 40 % sich in den Ductuli alveolarii, 41 % in den Alveolen und einige Prozent in den oberen Luftwegen niederschlagen, nur 2,5 % werden wieder exhaliiert. Bei einer Tröpfchengröße von 6 μ gelangten 36% in die Ductuli alveolarii, 16 % in die Bronchioli terminales. Bei einer Tröpfchengröße von 20 μ setzten sich 10 % in den Bronchioli respiratorii, 8 % in den Übergängen von den Bronchien zweiter zu den dritter Ordnung, 20 % in den Übergängen zwischen Bronchien erster und zweiter Ordnung und weitere 20 % in den Übergängen von Hauptbronchien zu Bronchien erster Ordnung ab. Diese Ergebnisse zeigen, daß nur Tröpfchen zwischen 2 und 6 μ Größe in größerer Zahl in die tieferen Luftwege dringen. Die in den Verneblern einzustellende Tröpfchengröße richtet sich demnach nach dem Teil des Respirationsapparates, den man erreichen

will. In den ersten Versuchen wurden Flüssigkeitsmengen versprayt (N ü c k e l (52)). Dabei erwies sich als großer Nachteil, daß die Tröpfchen von zu uneinheitlicher Größe waren. Kleine Tröpfchen verdampfen, Tröpfchen über 15 μ benetzen schon bei leiser Berührung. Tröpfchen bis zu 10 μ haben die Eigenschaft sich abzustoßen, zu schweben und sich nicht niederzuschlagen. Man empfindet eine Tröpfchenansammlung dieser Größe nicht als feucht. Nach diesen Erfahrungen wurden verschiedene Vernebler entwickelt, die nur Tröpfchen bestimmter Größe erzeugen. Zu ihnen gehören nach B i l g e r und S c h i e s s l e (8) der Atmos Elektro - Inhalator, der Dräger Penicillin - Vernebler, der Heyer Medikament - Vernebler, der Pari - Inhalator und die Füllung-Aerosolgeräte. Ferner vermögen noch weitere Geräte wie z.B. die Barthel-Küster'sche Düse die Tröpfchen zu versprühen und dazu noch positiv oder negativ aufzuladen. Auf diese Methode wird im folgenden Abschnitt über Aeroionen näher eingegangen werden. R o b i n und C a v a y e (59) schildern einen Apparat, der in Alfort entwickelt wurde und eine Aerosolbehandlung von Hunden mit Infektionen des Respirationsapparates ermöglicht. H a u s m a n n (28) sah in der Aerosoltherapie gegenüber den bisher üblichen Applikationsarten wie z.B. der intravenösen Injektion den Vorteil der leichteren Handhabung und besseren Verträglichkeit. Ein entscheidender Nachteil dieser Applikationsform besteht aber in der ungenauen Dosierbarkeit (B i l g e r und S c h i e s s l e (8)). N ü c k e l (51) stellte einige Grundregeln für die Aerosoltherapie auf: 1. Zur Aerosolinhalation kommen normalerweise nur wasserlösliche Medikamente in Frage. 2. Die therapeutischen Aerosolbeimengungen zur Atemluft sollen nach Möglichkeit keine reflektorischen Abwehrmaßnahmen des Organismus auslösen (z.B. Hustenreiz). 3. Für die Allgemeinthherapie sollen nur echte, für die Lokalbehandlung dagegen möglichst kolloidale Medikamentenlösungen mit dem Ziel größter Plasmaähnlichkeit verwandt werden. - Am schonendsten ist die körperwarmer Aerosolinhalation.

Zwar ermöglicht die Aerosoltherapie auch eine allgemeine resorptive Behandlung, doch steht noch die lo-

kale Behandlung der Bronchialkrankheiten im Vordergrund. Aus der Zahl der inhalierbaren Medikamente haben sich zwei Gruppen besonders bewährt: 1. die Sympathikomimetika und 2. die Antibiotika (B i l g e r und S c h i e s s l e (8)). Zu den ersteren gehört u.a. das adrenalinähnliche Ephedrin und Aludrin, ein Adrenalinabkömmling. Es wurde berichtet, daß sich eine 0,25 bis 0,5 %ige Aludrinlösung zur Bronchospasmolyse besonders bewährt. Als Antibiotikum empfehlen B u s c h und B r i n k m a n n (14) ein von den "Farbwerken Hoechst" hergestelltes Novocain-Penicillin-Präparat mit einem Maximum der Teilchengröße von 1 bis 3 μ . Es genügen hiervon in der Humantherapie täglich 2 Inhalationen im Gegensatz zu 6 Inhalationen mit einer wässrigen Penicillinlösung. Aureomycin, Streptomycin und Terramycin können in derselben Form angewandt werden. Der Behandlung mit Sulfonamiden stehen nach B i l g e r und S c h i e s s l e (8) der meist schlechte Geschmack und die zu geringe Konzentration der augenblicklich zur Verfügung stehenden Präparate entgegen. An inhalierbaren Tuberkulostatika werden neben dem Streptomycin noch PAS, Solvotoben und Conteben in Form einer Suspension erwähnt. B u s c h und B r i n k m a n n (14) berichteten über Erfolge bei Tracheo - Bronchitis und Asthma bronchiale durch Anwendung des Fermentes Hyaluronidase als Aerosol. Die besten Erfolge der Aerosoltherapie erzielten B i l g e r und S c h i e s s l e (8) bei isolierten Bronchialkrankheiten wie chronischer Bronchitis und Bronchiolitis, ferner bei Asthma bronchiale. Einen günstigen Einfluß sahen sie ferner bei der Behandlung von peribronchitischen Infiltraten und Silikosen. Bei den Pneumonien war die Aerosolinhalation lediglich als Zusatzmaßnahme wertvoll. Die Aerosolbehandlung der Tuberkulose steht erst im Anfang. - Neben der Therapie dienen Aerosole nach W o l t e r s (76) auch der Raum- und Stalldesinfektion. Hier empfiehlt H a u s m a n n (29) als Desinfiziens - besonders bei Maul- und Klauenseuche - ein Koniferenoel, das von ihm und R o l l e entwickelte Aerosol "Coniferol". Auch sah W o l t e r s (76) eine Möglichkeit der Anwendung von Aerosolen in der aktiven Immunisierung mit Hilfe

von Inhalatantigenen, besonders bei leicht übertragbaren Viruserkrankungen.

Die Anwendungsmöglichkeiten der Aerosoltherapie in der Human- und Veterinärmedizin sind nach den bisherigen Untersuchungen bereits recht zahlreich. Doch ist die Erforschung ihrer Möglichkeiten und Bedingungen noch in vollem Fluß. Man kann annehmen, daß diese Therapie ihren Platz auch in der Veterinärmedizin finden wird.

4. A e r o i o n e n :

Überall ist die Luft von Elektrizitätsträgern erfüllt, als solche treten organische und anorganische Staubteilchen, Wassertröpfchen, künstlicher Nebel und Konglomerate von Luftmolekülen auf (W e d e k i n d , S c h m i t z , F e s e r , K a s t e n (72)). Eine elektrische Aufladung dieser schwebenden Teilchen bezeichnet man als Ionisation. Es wurde festgestellt, daß bei größerer elektrischer Ladung diese Teilchen, meistens Tröpfchen, kleiner werden. (W e d e k i n d , S c h m i t z , F e s e r , K a s t e n (72)). In der Ebene fand R i e ß (57) 3 000 bis 7 000 Ionen/cm³ (Luftionen, Aeroionen), eine Zahl, die auf 30 000 bis 40 000 Ionen/cm³ ansteigen kann. Es ist die Annahme berechtigt, daß auch dieser Klimafaktor einen Einfluß auf die Lebensvorgänge im Organismus ausübt. Um die biologische Wirkung der Luftionen untersuchen zu können, mußten kontrollierbare Apparaturen geschaffen und alle Nebenwirkungen ausgeschaltet werden. Zur Ionisierung eignen sich nach R i e ß (57) Röntgenstrahlen, radioaktive Substanzen, ultraviolettes Licht, Hochspannung, Hochfrequenz, Flammenbögen und glühende Alkalien. Zur Zerstäubung kleiner aufzuladender Teilchen zog man die in der Aerosoltherapie gebräuchlichen Inhalationsapparate heran. Eine Kombination beider Apparaturen führte zu mehreren Konstruktionen, von denen die von D e s s a u e r und J a n i t z k i entwickelte, die B a r t h e l ' s c h e Düse und das Kleinklimagerät nach K ü s t e r und M e i x n e r zu den bekanntesten gehören (K ü s t e r und F r i e b e r (43)). Voraussetzung für die Brauchbarkeit dieser Apparate ist eine einwandfreie Erzeugung nur unipolarer Luftionen (zumindest müssen diese eine sehr erhebliche Mehrheit darstellen) und von Elektrizitätsträgern, die kleiner sind als 0,002 mm, da diese am weitesten in die Luftwege dringen, was die Erfahrungen der Aerosoltherapie zeigen. Nachdem diese technischen Hilfsmittel zur Verfügung standen, war man bestrebt, die Wirkungen dieser Luftionen festzustellen.

Über die Ergebnisse, vor allem amerikanischer und rus-

sischer Untersuchungen, berichteten in einer umfassenden Arbeit K ü s t e r und F r i e b e r (43) und fügten eigene Beobachtungen hinzu. Hiernach werden durch Einwirkung negativer Ionen vermindert: Der Sauerstoffverbrauch (K ü s t e r und J a n i t z k i , B e s s e r e r) , der Blutdruck, insbesondere bei Hypertonien (T c h i j e w s k i , V i l e n k i n , E d s t r ö m , N o s k e , S t r a s b u r g e r , H a p p e l , A. und E. W i l h e l m i) , die Chronaxie motorischer Nerven, die ein Zeitmaß einer Reizbeantwortung darstellt (E d s t r ö m) und die Hauttemperatur (E d s t r ö m) , während positive Ionen genau entgegengesetzte Wirkungen hervorrufen - mit einer Ausnahme: die Blutkörperchengeschwindigkeit sinkt sowohl bei positiver als auch negativer Ionisierung (F e r - v e r s) .

Die Luftionen dienen auch der Therapie. Es werden hierzu nur negative Ionen benutzt, da diese im Gegensatz zu den positiven lebensfördernd wirken (v. E i c h b o r n (16)). Indiziert ist eine Luftionenbehandlung nach R i e ß (57) vor allem bei allen Erkrankungen, die auf einer Gefäßlabilität beruhen, nämlich Migräne, Cephalgia, Angina pectoris vasomotorica, Rhinitis vasomotorica, klimakterische Gefäßstörungen, Wetterfühligkeit und verschiedene rheumatische Zustände sowie auch Erkrankungen der oberen Luftwege. Ferner wurden Erfolge gesehen bei Bronchitis und Tracheitis, bei Hypertonien, Nebenhöhlenaffektionen und Heuschnupfen. K ü s t e r und F r i e b e r (43) beobachteten eine Heilwirkung bei Keuchhusten, Asthma, Bronchitis, Rhinitis und Konjunktivitis, Lungentuberkulose und einem Fall von akuter Chlorgasvergiftung. Bei Mäusen fanden sie eine Wachstumshemmung bösartiger Tumoren. Die Patienten mußten sich allgemein mindestens zehn kurzdauernder Inhalationen unterziehen. V. E i c h b o r n (16) erwähnt auch Erfolge, die B a r t h e l in Zusammenarbeit mit D e h n e r bei einer Behandlung von tuberkulösen Rindern erzielte.

Eine auffallende Beschleunigung der Wundheilung bei Mäusen durch Anwesenheit negativer Ionen sahen T c h i j e w s k i und B o b r o v (zit. nach K ü s t e r und F r i e b e r (43)). V. E i c h b o r n (16) führt diese heilende Wirkung negativer Ionen auf eine

allgemeine Erhöhung der Resistenz des Körpers zurück im Unterschied zu einer spezifischen Krankheitsbekämpfung. Er sieht den Beweis dafür in den Untersuchungsergebnissen von R o s s i s k i und V i l e n k i n (zit. bei K ü s t e r und F r i e b e r (43)), die bei Influenza im Nasenschleim eine Verminderung der Bakterienzahl nach Inhalation negativer Ionen fanden, obwohl die Gegenwart negativer Ionen an sich auf die Bakterien lebensfördernd wirke. K ü s t e r und F r i e b e r (43) nehmen als Ursache der Heilwirkung eine unspezifische Protoplasmaaktivierung an. - Die Inhalationstherapie wird immer mehr in der Humanmedizin angewandt. So wird z.B. in etlichen Solbädern, wie Wiesbaden, die Sole zur Inhalation als negativ ionisiertes Aerosol (Luftionen) versprüht, wozu besonders die Barthel'sche Kugeldüse verwandt wird. Es dürfte interessant und möglicherweise therapeutisch nutzbringend sein, wenn man sich auch in der Veterinärmedizin mit diesem Klimafaktor beschäftigt.

5. Unterdruck und Sauerstoffmangel.

Die Wirkungen des Unterdrucks in der Unterdruckkammer setzen sich zusammen aus den Wirkungen des Unterdrucks an sich und denen des Sauerstoffmangels. Wirken diese Faktoren auf den Organismus ein, so versucht er ihnen durch kompensatorische Maßnahmen zu begegnen. Besonders der Sauerstoffmangel löst eine Vielzahl von regulatorischen Vorgängen aus, die nach Dauer und Stärke der Einwirkung verschieden sind. Kurzfristige Höhenanstiege erzwingen "Umstellungsreaktionen", die bei länger dauerndem O₂ -Mangel zu "Anpassungsreaktionen" überleiten (B l a s i u s (9)). Über diese Fragen ist sehr viel gearbeitet worden, besonders unter dem Protektorat der Luftfahrt. Die im Schrifttum niedergelegten Untersuchungsergebnisse sind im folgenden kurz zusammengefaßt.

a) Umstellungsreaktionen.

Hier ist bei Sauerstoffmangel von besonderer Bedeutung eine merkliche Steigerung des Herzminutenvolumens, die einhergeht mit einer Vergrößerung der zirkulierenden Blutmenge, was wiederum zur Kompensation des verminderten ausschöpfbaren O₂-Gehaltes des Blutes führt. G o l l w i t z e r - M e i e r (22) berichtet, daß beim Hund eine mäßige Verringerung des Sauerstoffpartialdruckes in der Einatemungsluft von 160 auf 120 mm Hg (1700 m) nur geringe Kreislaufwirkungen zur Folge hat. Deutliche Kreislaufveränderungen treten regelmäßig erst bei stärkerer Verminderung des Sauerstoffdruckes unter 100 mm Hg (2800 m) auf. Diese bestehen in einer geringen Zunahme des arteriellen Druckes und einer Steigerung der Frequenz ohne gleichzeitige Abnahme des Schlagvolumens, was eine Zunahme des Minutenvolumens bis auf etwa das Fünffache mit sich bringt. Trotz dieser Erhöhung des Minutenvolumens verringert sich der venöse Druck nicht, sondern steigt sogar etwas an. Sinkt jedoch der Sauerstoffpartialdruck unter 40 mm Hg (8000 m), so kann plötzlich das Herzminutenvolumen unter den Normalwert fallen, während die Schlagfrequenz sprunghaft weiter steigt. Es folgt das Versagen der Herzkraft, ein

stärkerer venöser Druckanstieg tritt auf als Ausdruck der Herzinsuffizienz. Im Endstadium der Anoxaemie tritt eine Vagusreizung auf mit starker Frequenzabnahme, arteriellem Druckabfall, Sinken des Minutenvolumens und Anstieg des venösen Druckes. Eine gleichartige Steigerung beim Menschen wie die von G o l l w i t z e r - M e i e r (22) beim Hund beschriebene beobachteten E w i g und H i n z b e r g (17). K o c h (42) untersuchte ebenfalls diesen Vorgang. Er stellte fest, daß die Herzschlagzahl bei zunehmendem Unterdruck anfangs allmählich, später immer schneller ansteigt und schließlich hohe Werte erreicht. Die Zunahme tritt beim Menschen um so später ein, je besser die Höhenakklimatisation ist. Beim Feldhasen steigt die Herzschlagzahl bis zu einer Nennhöhe von 9000 bis 10000 m, um dann plötzlich steil abzufallen. Der arterielle Blutdruck bleibt beim Kaninchen bis 8000 m Nennhöhe gleich, während der Venendruck schon bei 6000 m anzusteigen beginnt. K o c h (42) begründet diese relativ späte Reaktion des Blutdruckes mit dem zähen Willen des Kreislaufes, bei irgendwelchen Umstellungen mittels der reflektorischen Selbststeuerung immer die normale Blutdruckhöhe aufrecht zu halten. Bei den Untersuchungen von H e r b s t und M a n i g o l d (36) traten die ersten Veränderungen von Kreislauf und Atmung erst in einer Höhe von 3700 m ein. Beide beobachteten beim Menschen nach Überschreiten dieser Höhe nur geringe Veränderungen des Blutdruckes. Der Blutdruck neigt zu einer Erhöhung des systolischen Druckes und der Druckamplitude. Bei stärkerer Druckverminderung folgte auch hier auf die Erhöhung der zirkulierenden Blutmenge eine kollapsartige Verringerung. Dieses Versagen des Kreislaufes ging dem Einsetzen der Bewußtlosigkeit voraus. Zusätzliche Sauerstoffatmung kann hierbei auch bei sehr starker Druckverminderung die Veränderungen der einzelnen Kreislaufaktoren auf die Norm zurückführen. Nach H e r b s t (35) geht bei O₂-Mangel mit einer Steigerung des Herzminutenvolumens eine Verminderung des peripheren Widerstandes einher. Zwischen der Kreislauf- und Atmungsregulierung besteht ein weitgehender Parallelismus (G e o r g und S o n n e (19), G o l l w i t z e r - M e i e r (21)). Meistens stiegen bei den Versuchen von G o l l w i t z -

z e r - M e i e r (21) bei zunehmender Anoxaemie Pulsfrequenz und Herzminutenvolumen mit dem Atemvolumen. Die im Endstadium der Anoxaemie auftretende Vagusreizung ist mit einer reversiblen Lähmung des Atemzentrums verbunden. G o l l w i t z e r - M e i e r (21) nimmt an, daß die Kreislaufregulierung ebenso wie die Atmungsregulierung bei der Anoxaemie zentral geschieht. Die Vagusreizung und die gleichzeitige Atemlähmung sind seiner Ansicht nach wahrscheinlich der Ausdruck einer zentralen Schädigung. Über das Verhalten der Atemtiefe und der Atemfrequenz im akuten Unterdruckversuch liegen sehr verschiedene Angaben vor. S a h B e n z i n g e r (6) keine gesetzmäßigen Frequenzveränderungen, aber eine Neigung zur Vergrößerung der Atemtiefe, so fand H e r b s t (33) eine Vermehrung des Atemvolumens durch Zunahme der Tiefe des einzelnen Atemzuges, während die Atemfrequenz verringert wird. B l a s i u s und B r a u e r e i s e n (10) berichten, daß sich beim Menschen die Atemfrequenz bis 7000 m Höhe nur wenig ändert, das Atemvolumen aber bei 5000 m Höhe plötzlich ansteigt. Nach einer kurzdauernden Sauerstoffmangelatmung (8 - 9,5 % O₂ in N₂ = 6400 m) war bei Versuchen von G o l l w i t z e r - M e i e r (22) das Atemvolumen deutlich und anhaltend verkleinert. Dieser Rückgang des Atmungsvolumens dauerte beim narkotisierten Hund 6 - 12 Minuten, bei nichtnarkotisierten Menschen 10 - 20 Minuten an.

S t r u g h o l d (64) teilt den wachsenden Unterdruck, die steigende Höhe ihrer physiologischen Wirkung beim Menschen nach in vier Stufen ein: 1. Die Reaktionsschwelle von 2000 bis 3000 m, 2. die Störungsschwelle bei 4000 m, 3. die kritische Schwelle von 6000 bis 8000 m und 4. die Todesschwelle.

Im Blut kommt es bei einem kurzfristigen Höhenaufstieg vor allem zu einer Ausschüttung des Depotblutes, einer Entspeicherung der Erythrozytendepots (H e r b s t (33), B l a s i u s (9)).

S t r u g h o l d (64) fand nach einem mehrstündigen Aufenthalt in 3000 m Höhe eine Vermehrung der Erythrozyten um 10 bis 20 Prozent. Gleichzeitig nimmt damit der Haemoglobingehalt zu, was eine Steigerung der Sauerstoffkapazität mit sich bringt. Über eine geringe

Steigerung der Erythrozytenzahl (0,4 - 3,1 %) und des Haemoglobingehaltes (0,4 - 7,8 %) bei 200 mm Hg-Druck (10500 m) berichtet auch A i k i (1). Dieses Phänomen tritt aber nicht bei ganz kurzfristigen Aufstiegen auf (B l a s i u s (9)). S t r e i t (63) stellte neben eine Vermehrung der Erythrozyten auch eine Zunahme der Thrombozyten fest. Die Zahl der Leukozyten schwankte beträchtlich, lag aber innerhalb des Normalbereichs. Wenige Differenzierungen ergaben in der Höhe immer eine relative Lymphozytose und Neutropenie. Auch H e r b s t (33) fand keinen Anstieg der Leukozyten. Er begründet es damit, daß das Depotblut wenig Leukozyten enthält. Bei sehr kurz dauernder (60 - 80 Sek.) und starker (auf 41 mm Hg = 23000 m) Luftdruckerniedrigung konnten G o e b e l und M a r c z e w s k i (20) bei Hunden eine Zunahme der Erythrozyten, der Retikulozyten, des Haemoglobins und eine Abnahme der Blutalkalireserve beobachten. Bei der Mehrzahl der Hunde nahm die Zahl der weißen Blutkörperchen zu, der pH-Wert des Blutes ab. Der Milchsäuregehalt blieb unverändert, eine Zunahme konnte er nur bei den Tieren feststellen, die mit Krämpfen reagierten. Nach B l a s i u s und B r a u e r e i s e n (10) kommt es bei einem Aufstieg auf 7000 m Höhe bei den Versuchspersonen primär zunächst zu einem starken Absinken der O₂-Sättigung des arteriellen Blutes, was sekundär ebenfalls eine Verminderung des O₂-Gehaltes des venösen Blutes mit sich bringt. Ferner stellten sie fest, daß in dieser Höhe auch der CO₂-Gehalt des Blutes, wenn auch nicht so stark wie der O₂-Gehalt, vermindert ist. Ein gewisser CO₂-Gehalt im Blut ist wichtig zur Steuerung des Atemszentrums. Erst in größeren Höhen wird CO₂ in stärkerem Maße abgeraucht, was die Gefahr der Akapnie mit sich bringt (B e n z i n g e r (6)). Der CO₂-Gehalt im venösen Blut nahm bis auf 7000 m Höhe bis zu 6,25 % ab (B l a s i u s und B r a u e r e i s e n (10)). Auch der Spiegel des anorganischen Phosphats sank in ihren Versuchen recht deutlich, während der Blutzuckerspiegel starke individuelle Schwankungen zeigte, aber bestrebt war, sich im Verlaufe des Aufstiegs auf ein bestimmtes Niveau einzustellen.

Es ist verständlich, daß von dieser heftigen Umstellungsreaktion des Organismus die verschiedensten Organe betroffen werden. Bereits B e r t (zit. nach H e m m e r (30)) stellte 1878 fest, daß Tiere, die dem Unterdruck ausgesetzt waren, eine Senkung der Körpertemperatur aufwiesen. Er fand bei Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen und Vögeln in einer Höhe von 5000 bis 7000 m eine Temperaturabnahme um 4°C . H e m m e r (30) stellte zur Klärung dieses Vorganges weitere Untersuchungen an Ratten, Meerschweinchen, Katzen und Kaninchen an. Entsprechend der Höhe tritt eine Abnahme der Körpertemperatur ein, vor allem in den oberflächlichen Schichten. Die Wiedereinregulierung hängt von dem Grade des Unterdruckes ab. Da die relative Körperoberfläche eine bedeutende Rolle spielt, sind kleine Versuchstiere besonders empfindlich. Bei niedriger Lufttemperatur ist die Temperaturregulation vollends gehemmt. Innerhalb 15 Minuten starben in 8000 m Höhe bei 10°C 90 %, bei 30°C 50 % der Versuchsratten. CO_2 -Zugabe verbesserte die Wirksamkeit der Temperaturregulation. Die Ursache der Temperatursenkung sieht H e m m e r (30) in einem durch Sauerstoffmangel ausgeübten spezifischen Reiz zur Kontraktion der Hautkapillaren. Dadurch wird die Auskühlung der oberflächlichen Schichten begünstigt, während die Innentemperatur relativ wenig beeinflußt wird. - M a l l i s o n (48) fand einen erheblichen Einfluß der Höhe auf die Magenfunktionen. Bei seinen Versuchspersonen trat ab 6000 m Höhe eine mangelhafte Verdauung ein durch die Wirkung nervaler Störungen auf den Magenmechanismus und die Magenmotorik. Er warnte, Menschen mit Magenbeschwerden dieser Höhe auszusetzen oder vorher schwerverdauliche, zur Gärung neigende Nahrungsmittel zu sich nehmen zu lassen. Nach L i e r e (45) werden bei einer Sauerstoffspannung in der Einatemungsluft von weniger als 80 mm Hg (4400 m) die Hungerkontraktionen gehemmt. Auch die Motilität des gefüllten Magens soll dabei geringer werden. Bei Hunden ist die Entleerungszeit bei Sauerstoffmangel beträchtlich verlängert. In der Unterdruckkammer wurde dieses Ergebnis auch beim Menschen bestätigt. Bereits in etwa

2500 m Höhe ist eine merkbare Entleerungshemmung vorhanden, die in 4500 m Höhe noch stärker ausgeprägt ist.

Die Verringerung des Sauerstoffgehaltes in der Atmungsluft führt beim narkotisierten Hund stets zu einer deutlichen Verminderung der Diurese (T o t h (67)). Durch Entnervung der Niere wird diese Erscheinung aufgehoben. Die Unterbindung der Nebenniere hingegen hat keinen Einfluß auf die Anoxiewirkung. B e r g e r , G l a d s t o n e , H o r w i t z , J a c k e n t h a l und P r u s s (7) sahen nach einer 20 bis 45 Minuten dauernden Inhalation eines Gemisches, das 14 % Sauerstoff enthielt, entsprechend dem O₂-Gehalt der Luft in 2800 m Höhe, einen erhöhten Blutdurchfluß durch die Niere. - Die Einwirkung des Unterdrucks auf die Lunge untersuchte v. D i r i n g s h o f e n (15). Bei seinen Versuchen rief bereits eine mäßige Unterdruckatmung von -15 ccm Wasser (ungefähre Höhe: 100 m) nach rund 10 Minuten eine erhebliche Lungenhyperaemie hervor. Er sah hierin eine Möglichkeit zur Erzeugung einer Heilhyperaemie. Auch K o c h (42) berichtete über eine starke Blutüberfüllung der Lungen bei Unterdruck, wußte aber keine Erklärung für ihr Zustandekommen.

Von großer Wichtigkeit ist der Einfluß des Unterdrucks auf das Nervensystem. Ausführlich teilten N o e l l und S c h n e i d e r (49) darüber mit. Bei geringem Sauerstoffmangel folgt die Gehirndurchblutung ausschließlich den Änderungen im Blutdruck und in der Kohlensäurespannung, bei stärkerem Sauerstoffmangel tritt je nach Grad und Dauer der Hypoxaemie eine Dilatation der Gehirngefäße ein, so daß schließlich Durchblutungssteigerungen auf das Doppelte und Dreifache gegenüber der normalen, durchschnittlichen Ausgangslage zustandekommen. Diese "Schwelle" liegt für den Hund bei rund 11 % O₂ in der Einatemungsluft (4500 m) bzw. 80 Sättigungsprozent im arteriellen und rund 50 im venösen Gehirnblut. Bei Geringerwerden des Sauerstoffgehaltes erfolgt zunächst ein langsamer Anstieg der Durchblutung, der aber ab 7 bis 4 % O₂ in der Einatemungsluft (7200 bis 9000 m) rasch steiler wird. Diese Entwicklung gleicht also -

aufgezeichnet - einer Parabel. Eine große Rolle spielt der Zeitfaktor. Die Dilatation beginnt nach einer gewissen Latenz und nimmt mit der Zeit auch bei gleichbleibender O₂-Sättigung weiter zu. Nach milder kurzdauernder Hypoxaemie sinkt die Durchblutung mit dem Blutdruck ab und bleibt meist längere Zeit erniedrigt. Nach längerem und schwererem Sauerstoffmangel besteht die erhöhte Gehirndurchblutung länger. Im Höhenkollaps findet sich mit dem Absturz des Blutdrucks in der "Vagusreizphase" ein kritisches Absinken der Gehirndurchblutung auf minimale Werte. Es kommt somit zu einer totalen Erstickung des Zentralnervensystems. N o e l l und S c h n e i d e r (49) wiesen auch darauf hin, daß die Dilatation des Gefäßnetzes in der kurzfristigen, akuten Hypoxaemie eine Liquordrucksteigerung verursacht und diese so kein Anzeichen für die Entstehung einer Gehirnschwellung oder eines Gehirnoedems darstellt. L o e s c h k e (46) teilt mit, daß Schädigungen anderer Organe erst bei Sauerstoffmangelgraden einzutreten scheinen, bei denen das Gehirn längst versagt. Dieses zeigt, daß der begrenzende Faktor für die Erträglichkeit des O₂-Mangels die Funktion des Zentralnervensystems ist. Es kommt also für den Gesamtorganismus in allererster Linie auf die Sauerstoffversorgung des Gehirns an.

Über die pathogenetische Wirkung des Sauerstoffmangels teilt S c h u b o t h e (61) Versuchsergebnisse mit. Er hielt Katzen täglich 6 - 8 Stunden in der Unterdruckkammer nahe an der äußersten individuellen Verträglichkeitsgrenze, die zwischen 9000 und 10500 m schwankte. Bei der Annäherung an die kritische Schwelle zeigten die Tiere zum Teil Bewegungsstürme, zum Teil auch bis minutenlange klonische und tonische Krämpfe, letztere als Streckkrämpfe zum Teil mit schwerstem Opisthotonus, denen in der Regel nach kurzer Zeit ein Atemstillstand folgte. Im Allgemeinen wurde während eines 6- bis 8stündigen Unterdruckaufenthaltes zweimal ein kurzer Atemstillstand beobachtet. Nach dem Ausschließen aus der Kammer trat eine ungeordnete Bewegungsunruhe mit hin und wieder nachfolgenden schweren Krämpfen auf. Die Stellreflexe und der Sprungreflex waren erloschen. Diesen Erscheinungen folgte eine Zeit extremer Bewegungsarmut. Fast alle Symptome schwanden in den ersten Tagen der Versuchspe-

rioden im Verlaufe von Stunden. Am Schluß der Versuchsperioden wurden die Katzen durch akute Unterdruckwirkung oder durch Dekapitation getötet. Bei der anschließenden histologischen Untersuchung waren schwere Veränderungen an den Ganglienzellen und an der Glia gefunden. Die Ganglienzellen ließen Nekrosen vom Bilde der ischaemischen und der homogenisierenden Ganglienzellerkrankung erkennen, z.T. waren sie in Auflösung begriffen oder geschwunden. Nach S c h u b c t h e (61) sind diese Veränderungen als Intensitätsstufen der Schädigung durch den Sauerstoffmangel zu werten. Dagegen waren Versuche bei den Tieren ergebnislos, die täglich ein- oder zweimal 2 Stunden lang einen nicht kritischen Unterdruckaufenthalt durchgemacht hatten. B ü c h n e r (13) brachte Kaninchen im Verlaufe von 30 bis 40 Minuten auf 10000 m Nennhöhe und schleuste sie nach Auftreten von Krämpfen wieder aus. Nach Tötung dieser Tiere wurde der Herzmuskel histologisch untersucht. Es waren die unteren Schichten der Muskulatur des linken Ventrikels von kleinen Erstickungsnekrosen übersät. Eine andere Ursache als der akute Sauerstoffmangel konnte für diese Nekrosen ausgeschlossen werden. P i c h o t k a (53) führte den Höhentod bei Meer-schweinchen herbei, indem er sie auf 12000 bis 13000 m Höhe schleuste. Er fand folgendes Bild: In der Leber zeigten in den zentralen Bezirken der Leberläppchen die Zellen eine starke Entwicklung unregelmäßiger Vakuolen, welche kein Fett enthielten, dagegen z.T. mit einer schwach eosinfärbbaren homogenen oder auch körnigfädigen Masse ausgefüllt waren, die sich besonders im Azanpräparat als Eiweißfüllung darstellen ließ. Er konnte zeigen, daß diese Veränderungen nicht erst durch die Fixierung entstanden waren. Überlebte ein Tier eine schwere Höhenkrankheit, so waren später die gleichen Veränderungen zu sehen. Dabei trat in den Stunden nach dem Unterdruckaufenthalt eine Eindickung der ausgefällten Eiweißmasse und eine Verkleinerung der Vakuolen ein. Er wies nach, daß diese Veränderungen Ausdruck der akuten schweren Hypoxaemie waren. Er konnte diese Veränderungen sowohl durch tödliche Sauerstoffmangelatmung als auch durch akute tödliche Kohlenoxydvergiftung erzeugen. K e i l e r (40) setzte Kaninchen innerhalb von 5 bis 10 Sek. einem

Unterdruck von 38 mm Hg (21000 m) aus, indem sie bis 7 Minuten blieben. Nicht alle Tiere starben. Die Sektion der gestorbenen ergab Stauungen in allen Organen und Myokardschäden, in 13000 m Höhe Lungenoedem, in größerer Höhe Atelektase. Der Tod wurde durch Sauerstoffmangel herbeigeführt. Eine Gasembolie konnte als Todesursache nicht festgestellt werden. - Will man bei einer Unterdruckbehandlung diese schweren Schäden vermeiden, sind die Untersuchungen von G r a f f (23) beachtenswert. Er beobachtete an Mäusen die Abhängigkeit der Höhenfestigkeit von der Aufstiegs geschwindigkeit und fand, daß unter Anwendung des Höhenkrampfes als Indikator die kritische Höhe bei einer Aufstiegs geschwindigkeit von 1000 m/1 Min. bei 12000 m liegt. Bei einer Steiggeschwindigkeit von 1000 m/5 Minuten liegt sie bei 13000 m, bei 1000 m/10 Minuten bei 14000 m und bei 1000 m/15 Min. bei 14500 m. Innerhalb dieser Spielbreite der Aufstiegs geschwindigkeit verschiebt sich also die Grenze der Höhenfestigkeit um mehr als 2500 m.

Diese Ergebnisse zeigen, daß man ein bestimmtes Aufstiegs schema im Unterdruckkammerversuch einhalten muß, und beweist die Bedeutung des Zeitfaktors für die Umstellung des Organismus auf die Höhe.

S c h o l t z , v. M e r e n y , K o r é n y i und G o r d o n (6) wiesen in Versuchen beim Menschen nach, daß die Versuchspersonen ihre Höhenfestigkeit um 1000 bis 2000 m steigern konnten, wenn sie ungefähr 3 Wochen lang wöchentlich zweimal während einer Stunde einem 5000 m Höhe entsprechenden Unterdruck ausgesetzt wurden. Er glaubte, die Ursache dieser Gewöhnung in den Geweben suchen zu müssen, weil die Sauerstoffausnutzung des arteriellen Blutes durch die Gewebe bei jeder Versuchsperson -mit einer einzigen Ausnahme- zunahm.

Z a e p e r (77) untersuchte den Einfluß der Arbeit auf den Organismus im Unterdruck. Durch körperliche Arbeit wird eine vermehrte Säuerung des Blutes ausgelöst, die sich zusammen mit dem O₂-Mangel in der Atmungs luft besonders ungünstig auswirkt und zwar bei gleichbleibender Arbeitsleistung um so mehr, je geringer der Gehalt der Luft an Sauerstoff, und bei gleichbleibender Höhe um so mehr je größer die Ar-

beitsleistung und damit die Acidose ist. In beiden Fällen trat ein Versagen des Kreislaufs früher ein als im Stadium der Ruhe. - Es sei noch ein Untersuchungsergebnis von S i r o t i n (62) erwähnt. Hier-nach vertragen niedere Tiere, wie Regenwürmer und Fliegen, den Sauerstoffmangel besser als die höher entwickelten. In seinen Untersuchungen treten beim Schwein schon bei 380 mm Hg (5400 m) Atemnot und bei 370 mm Hg (5700 m) Krämpfe auf. Noch empfindlicher sind Hunde und Katzen, die bei 180 bis 140 mm Hg (11300 bis 13300 m) starben.

b) Anpassungsreaktionen an länger dauernden O₂-Mangel.

Bei einem Aufstieg auf eine größere Höhe (4300 m) stieg die Pulszahl bei den Versuchspersonen zunächst von 60 auf 75 bis 80 in der Minute, erreichte nach ungefähr 4 bis 5 Tagen ein Maximum von 90 in der Minute, um nach weiteren 4 bis 5 Tagen wieder auf einen Wert zu sinken, der etwas über dem Ausgangswert lag. (G r o l l m a n n und B a u m a n n (25)).

Das hohe Minutenvolumen des Herzens stieg ebenfalls einige Tage lang mehr und mehr an, erreichte ein Maximum, das etwa 45 Prozent über dem Normalwert der Ebene lag, sank dann allmählich ab und erreichte ungefähr am 10. Tage wieder seinen Normalwert. Während der gleichen Zeit stieg der Haemoglobingehalt im Blut bis zu über 40 % über den Normalwert an. Diese Zunahme beruht auf einer echten Neubildung von Erythrozyten. So geht die Aufgabe, die O₂-Spannung im Gewebe genügend hochzuhalten, vom Kreislauf auf das neugebildete Haemoglobin über. Die Größe des Haemoglobingehaltes erlaubt nach B l a s i u s (9) einen Rückschluß auf die Höhentoleranz. H e r b s t (34) und S t r e i t (63) fanden eine Blutneubildung bei längerem Höhenaufenthalt. Nach einem dreiwöchigen Aufenthalt in 1750 m Höhe trat eine Erhöhung der Erythrozytenzahl und des Haemoglobingehaltes, ferner der Zahl der weißen Blutkörperchen durch Vermehrung der Lymphozyten, der stabkernigen Leukozyten und der Monozyten ein (G r a n d j e a n und G a u t i e r (26)).

Nach diesen Ausführungen ist es wohl verständlich ,

daß dem atmosphärischen Unterdruck -maßvoll angewandt- als Heilfaktor in der Klimabehandlung eine große Bedeutung zukommt. Es sei nur an die von v. D i r i n g s - h o f e n (15) und von K o c h (42) erwähnte, durch geringen Unterdruck hervorgerufene Hyperaemie der Lunge erinnert. Bereits 1838 berichtete I u n o d (zit.nach A m e l u n g (2)) über Unterdruckbehandlungen mit der pneumatischen Kammer. Seitdem wird der Unterdruck -nur innerhalb der Klimakammer- in der Humanmedizin als Heilfaktor herangezogen.

6. Die Klimakammer.

Das mittels der Klimakammer hergestellte künstliche Klima ist ein Raumklima. Es ist nach A m e l u n g (2) gekennzeichnet durch ein weitgehendes Fehlen des Wechsels der meteorologischen Elemente. Dieses umreißt im Vergleich zum natürlichen Gebirgs- oder Wüstenklima usw. die Grenzen seiner Wirkung und Anwendung. Um ein künstliches Klima zu erzeugen, sind die in der Humanmedizin gebräuchlichen Klimakammern mit folgenden Apparaturen ausgerüstet: einem Exhaustor zur Luftdruckerniedrigung, Wärmelampen (Solluxlampen, Infrarotstrahler), einer an der Decke der Kammer angebrachten Kühlanlage, die einen abfallenden Luftstrom erzeugt und auch gestattet, die relative Luftfeuchtigkeit zu steuern, mehreren Phosphatglas- und Quecksilberdampflampen (Ultraviolettstrahler), die die durch den Unterdruck eindringende, durch einen Vernebler strömende Luft außerdem ionisieren, und einem Ventilator. Die in die Kammer geführte Luft wird durch Ölfilter gereinigt, so daß sie frei von Allergenen ist. - Über das Auftreten und die Verteilung der Luftionen in der Klimakammer berichteten B e c k und L e g e l (4). Es erfolgt beim Einschalten der Phosphatglas- und Quecksilberdampflampen eine starke Anreicherung der Kammerluft mit Luftionen bis zu Konzentrationen von $8 \text{ mal } 10^5 \text{ Ionen/ccm.}$ Es bildet sich ein großer Überschuß an negativen Ionen, der das Verhältnis $5 : 1 (I^- : I^+)$ erreichen kann. Die Beweglichkeit der Ionen liegt zwischen $0,001 \text{ und } 0,003 \text{ cm / sec. : Volt / cm.}$ Bei den negativen Ionen sind sowohl leichtere als auch schwerere vertreten, während bei den positiven die leichteren überwiegen. Beim Einschalten eines Ventilators nimmt die Zahl der positiven Ionen ab. Wird die einströmende Luft durch den Zeuzem'schen Vernebler geführt, so erhöht sich der Ionengehalt der Kammerluft sehr beträchtlich. B e c k und L e g e l (4) maßen Konzentrationen bis zu $2 \text{ mal } 10^6 \text{ / ccm.}$ Die Anzahl der positiven und negativen Ionen glich sich aber an. Auch eine Zerstäubung von Jod während einer Minute erhöhte die Ionenzahl. Hier steigt vor allem die Zahl der positiven Ionen, jedoch bleibt ein Überschuß

an negativen Ionen erhalten. H a p p i c h (27) stellte ein starkes Ansteigen der Ionenzahl fest, wenn er den Zeuzem'schen Vernebler anwandte, der eine ebenfalls von Zeuzem gelieferte Ionisierungsflüssigkeit enthielt. Es überwogen die negativen Ionen. Setzte er einem Zerstäuberfläschchen nur ein Tröpfchen Jodtinktur hinzu, so war die gesamte bisher negativ ionisierte Luft mit einem Schlage positiv. An der Ionisierung der Luft sind nicht nur die ultravioletten Strahlen beteiligt. Es tritt bereits durch das Zerstäuben von Wasser unter hohem Druck oder durch das Auffallen der Tropfen auf feste Wände ein Zerreißen der Wassertropfen und eine Aufladung der nun wesentlich kleineren Tröpfchen ein, wobei die negativen Ionen überwiegen. Dieses Phänomen hat bereits vor Jahrzehnten L e n a r d erkannt, und es wird heute als L e n a r d - Effekt bezeichnet (L i n k e (44)).

G r i e b e l (24) bewirkte durch Klimabehandlung unter Anwendung der Faktoren Höhensonne, Vakuum (2000 m) und Solluxlampe (Infrarotstrahler) bei seinen Versuchspersonen eine Steigerung des Grundumsatzes bis zu 33 % im Vergleich zum vorherigen Umsatz. Dieser starke Anstieg tritt allerdings nur bei der ersten Behandlung auf. Während der weiteren Behandlungen erfolgt eine Art Anpassung des Organismus. Die Grundumsatzsteigerung nimmt bei den weiteren Behandlungen ab; Patienten, welche sich bereits 10 bis 15 mal der Klimabehandlung unterworfen hatten, zeigen dann keinerlei Grundumsatzerhöhung mehr. - L o r e n z (47) stellte bei allen Versuchspersonen unter vermindertem Luftdruck in der Klimakammer fest, daß die Veränderungen von Venendruck und Alkalireserve innerhalb der physiologischen Schwankungsbreite lagen. Es war hierbei gleichgültig, ob die Blutentnahme in der Höhe von 3000 m oder kurz nach Erreichen des vor dem Versuch vorhandenen Barometerdruckes vorgenommen wurde. Die Versuchspersonen weilten 1 1/2 bis 2 Stunden bei 22 bis 25° C. in 2000 bis 3000 m Höhe. Ferner waren Solluxlampe und Höhensonne in Betrieb.

Zuerst wurde in der Klimakammer vor allem die Allergenfreiheit der Luft zur Heilung der Allergosen genutzt, wie V o s s und G r i e b e l (71) 1928 berichteten (desgl. V o g t (68)). In den folgenden Jahren wurde die künst-

liche Klimatisierung auch für die Behandlung anderer Erkrankungen als der Allergosen herangezogen.

T a n c r é (66) berichtete ausführlich über Krankenbehandlungen mit künstlichem Klima. Bei der ersten Behandlung setzte er die Patienten einem Unterdruck aus, der 600 m Höhe entsprach und steigerte die Höhe bei jeder weiteren Behandlung um 200 m bis auf 3000 m Höhe. Die Temperatur schwankte zwischen 25 und 40° C, die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 20 und 40 %. Die Dauer der Phosphatglaslampenbestrahlung steigerte er schrittweise von Behandlung zu Behandlung bis auf 20 Minuten, die Bestrahlung mit der Quecksilberdampflampe begann bei der vierten Behandlung und wurde bis auf 10 Minuten gesteigert. Sie dauerte jeweils zwischen 30 und 45 Minuten und wurde jeden zweiten Tag durchgeführt. Er sah -teilweise bedeutende- Heilerfolge bei chronischer Bronchitis, schwerer akuter Bronchitis, Asthma, chronischem Gelenkrheumatismus, chronischem Muskelrheumatismus, Gicht, Heuschnupfen, Ischias, Neuralgie verschiedenster Genese und beim Schwächezustand nach Grippe. Die Patienten unterzogen sich 20 bis 40 Behandlungen. Nach der 4. bis 5. Behandlung trat meistens eine vorübergehende Verschlimmerung des Krankheitsbildes auf - bei Asthma und Bronchitis stärkerer Husten, bei Rheuma, Neuralgie usw. stärkere Schmerzen; diese Symptome verschwanden von der 6. Behandlung ab wieder. Vor der Klimabehandlung wurden Herz und Kreislauf untersucht. Bei schwächlichen Kranken gab er häufig Sauerstoff zu. Eine Behandlung mit leerem Magen empfiehlt

T a n c r é (66) nicht. Bei schnellem Auf- und Abstieg klagten die Patienten über Ohrendrücken. R e i t z (56) sah Erfolge bei Anaemien und nicht zu weit fortgeschrittener chronischer Nephritis. Bei der Behandlung von Anaemien trat nach 14 bis 16 Sitzungen (2000 m) innerhalb von 4 bis 5 Wochen ein Anstieg des Haemoglobingehaltes, eine Besserung des Allgemeinzustandes und eine Steigerung der Leistungsfähigkeit in Erscheinung. Bei Behandlungen von chronischer Nephritis fiel der erhöhte Blutdruck und die Albuminurie zurück: Haemoglobingehalt, Appetit, Aussehen und körperliche Leistungsfähigkeit besserten sich. Als Klimaform wurde dabei "Wüstenklima",

das heißt größte relative Trockenheit, mäßige Höhe und größte Wärme (bei 40° C), verwandt. V o s s (70) behandelte erfolgreich mit der Klimabehandlung akute Erkrankungen der oberen und unteren Luftwege sowie solche des Ohres, ferner auch chronische Erkrankungen dieser Gebiete, Neuralgien, Neuritiden, Polyarthritiden, schwere Blutverluste, Verzögerungen der Wundheilung oder Rekonvaleszenz und allgemeinen nervösen Zusammenbruch. Außerdem gibt er Heil- und Besserungserfolge an bei Herz- und Kreislauferkrankungen, Hypertonien, Arteriosklerosen, Lungen-, Magen- und besonders chronischen Nierenleiden, bei innersekretorischen Störungen und Konstitutionsleiden wie Diabetes, Arthritis urica und Adipositas. G r i e b e l (24) heilte durch Klimabehandlungen (2000 m) akute Nebenhöhleninfektionen. H a p p i c h (27) behandelte mit Erfolg Asthma bronchiale, schweren chronischen Gelenkrheumatismus, Myxoedem und Schlaflosigkeit, letztere durch "Schaukeln", er ließ die Patienten ausgehend von 2500 m Höhe mehrfach 800 bis 1000 m fallen und wieder steigen. Bei J o c h i m s (38) lagen die Patienten von 1/2 bis zu mehreren Tagen in der Klimakammer. Er fand, durch allergenfreie Luft verursacht, sehr gute Erfolge bei Asthmaanfällen und durch kühle mittelfeuchte Luft eine Heilung bei Grippestenosen (mehr oder weniger schwere, nicht diphterische, entzündliche Stenosen des Larynx, der Trachea und der Bronchien) in leichteren Fällen. - Über die Ursachen dieser Heilerfolge der Klimabehandlung gehen die Meinungen ein wenig auseinander. H a p p i c h (27) erklärte sie vorwiegend mit der Wirkung der Luftelektrizität, T a n c r é (66) und R e i t z (56) glauben, sie in einer unspezifischen Reizwirkung zu finden. Sicher ist, daß die vielen Klimafaktoren, vor allem der Unterdruck und Sauerstoffmangel, die Lebensvorgänge weitgehend beeinflussen.

Abschließend seien noch einige Angaben über die Verwendung von reinem Sauerstoff erwähnt, da bei der Behandlung in der Klimakammer die Zufuhr von O₂ stets möglich sein muß, um unangenehme Zwischenfälle beherrschen zu können. Die Anwendung des Sauerstoffs ist nicht harmlos. So fordert A r m s t r o n g (3), daß reiner

Sauerstoff erst bei einer Luftverdünnung von 456 mm Hg, entsprechend 4 170 m Höhe, geatmet werden soll. Kaninchen starben durch Zufuhr reinen Sauerstoffs an Lungenentzündung in einer Höhe von 0 m in 84, von 1550 m in 156 und von 3100 m in 215 Stunden. Je geringer also der barometrische Druck ist, desto besser wird der reine Sauerstoff vertragen. M a l l i s o n (48) empfahl Sauerstoffzufuhr ab 4000 m Höhe.

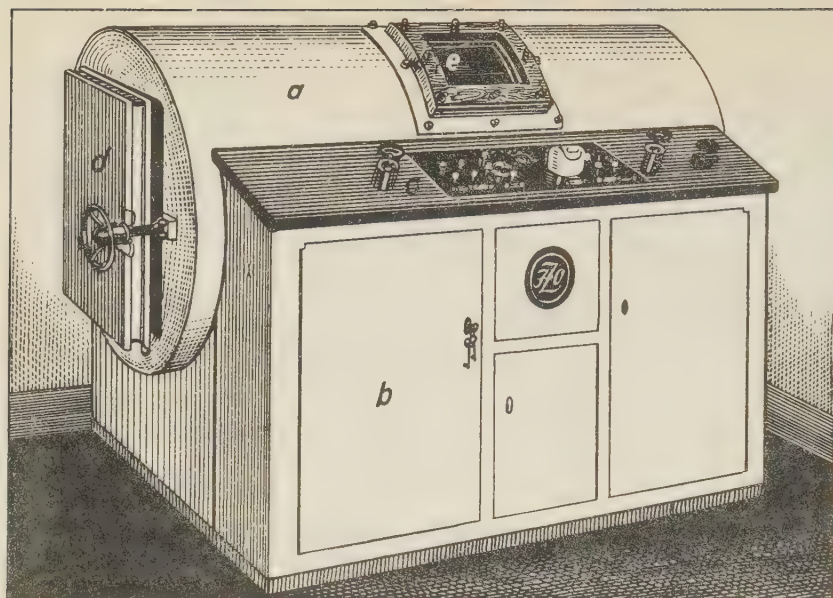
Aus diesem kurzen Abriß über die Wirkungen der Klimakammer und ihrer Klimakomponenten ist ersichtlich, wie weit und wie tief sie den Ablauf der Lebensvorgänge bestimmen können. Daraus resultiert ihre breite Anwendungsmöglichkeit in der Therapie vieler Erkrankungen des Menschen und wahrscheinlich auch der Tiere.

C. Eigene Untersuchungen.

1. Beschreibung der Klimakammer.

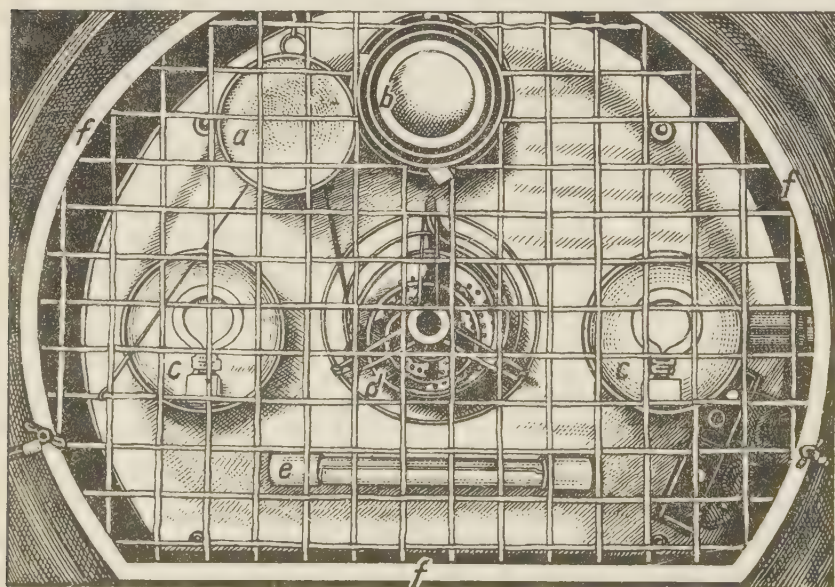
Die in der hiesigen medizinischen Veterinärklinik aufgestellte Tierklimakammer "Original Zeuzem" eignet sich durch ihre Größe zur Behandlung von Kleintieren, insbesondere von Hunden, mit künstlichem Klima. Diese Tierklimakammer setzt sich zusammen aus der Behandlungskammer, dem Chassis mit der Maschinenanlage und dem Schalttisch. Die Form der Behandlungskammer entspricht einem liegenden zylindrischen Hohlkörper von 150 cm Länge und 80 cm Durchmesser. An einer Stirnseite befindet sich die Eingangstür. Ein Fenster an der Breitseite gestattet die Beobachtung der Tiere und der Meßinstrumente - des Thermohygrometers und des Thermometers. Die Konstruktion aus 5 mm starkem Stahlblech erlaubt eine Dauerbelastung entsprechend dem barometrischen Druck in 5000 m Höhe (404 mm Hg). Das Innere der Kammer ist ausgerüstet mit einem Ultraviolettstrahler (Höhensonne "Original Hanau"), zwei Infrarotstrahlern (Solluxlampen), einem Ventilator für Warm- und Kaltluft ("Thermolibelle"), zwei Medikamentenverneblern, die an Frischluft und Sauerstoff mit einem Kupferrohr angeschlossen sind und auch der Zerstäubung der "Ionisierungsflüssigkeit nach Zeuzem" dienen können, einem dreiteiligen, herausnehmbaren Holzrost, einer herausnehmbaren Zinkwanne, ferner einer Tageslichtbeleuchtung und einer Luftabsaugevorrichtung. Der Höhensonne ist ein Filter aus einem gefärbten Spezialglas vorgeschaltet. Er hat die Aufgabe, bei längerdauernden Behandlungen in der Tierklimakammer die kurzwelligeren ultravioletten Strahlen (etwa unter 315 m μ) zu absorbieren, um Hautverbrennungen zu vermeiden. Die volle biologische Wirkung der ultravioletten Strahlen wird so nur durch die Herausnahme des Filters erreicht. Sämtliche Apparaturen und Meßinstrumente sind durch Drahtgitter geschützt. Das Chassis besteht aus einer Rahmenkonstruktion aus Hartholz. Es verdeckt die Maschinenanlage, die sich aus einer luft-

gekühlten Rotations-Vakuumpumpe und einem Eléktromotor zusammensetzt. Der Schalttisch enthält das Barometer wie die Armaturen und die mit Kontrollampen versehenen Schaltelemente für die Maschinenanlage und die Inneneinrichtung der Kammer. Die Bedienung der Kammer ist einfach. Eine Außen- und Innenansicht der Tierkammer "Original Z e u z e m " sind auf der folgenden Seite wiedergegeben.



Außenansicht der Tierklimakammer "Original Zeuzem".

a) Behandlungskammer, b) Chassis mit der Maschinenanlage, c) Schalttisch, d) Eingangstür, e) Fenster.



Innenansicht (Rückseite mit einigen Geräten).

a) Thermohygrometer, b) Ultraviolettstrahler (Höhen-
sonne "Original Hanau") mit Filter, c) Infrarot-
strahler (Solluxlampen), d) Ventilator ("Thermolibel-
le"), e) Tageslichtbeleuchtung, f) Drahtgitter.

2. Versuchsanordnung.

Das Ziel unserer Versuche war festzustellen, ob durch eine Klimabehandlung bei gesunden Hunden anhaltende Veränderungen im Körpergeschehen auftreten. Es wurden das Blutbild, die Blutkörper senkungsgeschwindigkeit, das Serum-Eiweißverhältnis sowie Puls, Atmung und Körpertemperatur vor und nach der Klimabehandlung beobachtet. Die Bestimmung des Haemoglobingehaltes erfolgte in GIM-Einheiten. Die Blutsenkungsgeschwindigkeit wurde nach der Methode *W e s t e r g r e n* bestimmt unter Schrägstellung der Röhrchen um 60° gegen die Senkrechte. In den Versuchen 1 bis 9 wurde nach 7 Minuten, 10 Minuten, 20 Minuten sowie nach 1, 2 und 24 Stunden abgelesen. Durch die Schrägstellung der Röhrchen wird die Senkung derart beschleunigt, daß nach 6 bis 7 Minuten bereits der Zweistundenwert der normalen Westergrensenkung erreicht ist (*K l e i n e* (41)). In den Versuchen 9 bis 20 wurden die für diese Schnellsenkungsmethode von *K l e i n e* (41) für den Hund empfohlenen Ablesezeiten, in Abständen von 5 zu 5 Minuten bis zu 40 Minuten, gewählt. Die elektrophoretische Untersuchung der Bluteiweißkörper wurde durch das Veterinär-physiologische Institut durchgeführt.¹⁾ Puls, Atmung und Körpertemperatur wurden jedes Mal vor und nach der Klimabehandlung festgestellt. Sämtliche Hunde erwiesen sich bei der klinischen Untersuchung als gesund. Diese Untersuchung umfaßte auch die mikroskopisch-chemische Untersuchung von Harn und Kot sowie eine serologische Untersuchung auf Leptospirose. Bei allen Klimabehandlungen wurden Unterdruck, Höhensonne mit vorgeschaltetem Filter, Ventilation und Ionisierung mittels Zerstäubung der "Ionisierungsflüssigkeit nach *Z e u z e m*" herangezogen. Die Infrarotstrahler konnten nicht benutzt werden, da keine Kühlanlage eingebaut ist, die das sonst zu starke Ansteigen der Kammertemperatur verhindert.

1) Herrn Privatdozenten Dr. Dr. *B o g u t h* sei für die Durchführung dieser Untersuchungen an dieser Stelle herzlich Dank gesagt.

In den ersten zwölf Versuchen fand je eine 1 3/4-stündige Klimabehandlung statt, hiervon in den ersten sechs Versuchen in einem Unterdruck, der 3500 m Höhe entsprach, in den nächsten sechs Versuchen in einem Unterdruck, der 4000 m Höhe gleichkam, also Höhen, die zur Therapie in der Humanmedizin herangezogen werden. Der Auf- und Abstieg erfolgte mit der Geschwindigkeit von 300 Meter in 1 Minute, unterbrochen durch eine 5 Minuten dauernde Pause auf der Höhe von 2000 m. Den Versuchshunden wurde Blut für die verschiedenen Untersuchungen am Vortage der Klimabehandlung, direkt vor der Klimabehandlung, sofort nach der Klimabehandlung, zwei Stunden, sechs und 24 Stunden nach der Klimabehandlung entnommen, insgesamt also sechsmal. Serum zur elektrophoretischen Untersuchung der Bluteiweißkörper wurde am Vortage und direkt nach der Klimabehandlung gewonnen.

Bei den letzten acht Versuchen erfolgten je drei Klimabehandlungen in einem Unterdruck, der 4000 m Höhe entsprach, und von verschieden dauernder Länge; die erste währte 1 3/4, die zweite am folgenden Tage 2 und die dritte am nächsten Tage 2 1/4 Stunden. Das Blut wurde jedes Mal direkt vor und nach den Klimabehandlungen entnommen, insgesamt auch hier bei jedem Versuch sechsmal. Die elektrophoretische Untersuchung der Bluteiweißkörper fand vor der ersten und nach der letzten Klimabehandlung statt.

Während der Klimabehandlung schwankte die Temperatur zwischen 15 und 30°C., die relative Feuchtigkeit in der Kammer zwischen 50 und 30 %. Die Größe der Schwankung der relativen Luftfeuchtigkeit hing von dem Verhalten des Hundes in der Kammer ab. War er lebhaft oder gar unruhig, veränderte sich die relative Luftfeuchtigkeit kaum. Blieb er ruhig oder schlief, so sank die relative Luftfeuchtigkeit regelmäßig und stetig von 50 % bis auf 30 - 34 %. Durch das Fehlen einer Kühlanlage war die Steuerung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit nicht möglich. Gleichfalls abhängig von dem sehr unterschiedlichen Temperament der einzelnen Versuchshunde waren Puls, Atmung und Körpertemperatur vor und nach der Klimabehandlung. - Die Versuchsprotokolle sind nachstehend wiedergegeben.

3. Versuche

Erläuterungen zu den Versuchsprotokollen Nr. 1 - 12.

Klimabehandlungen in den Versuchen 1-6:

1 3/4 Stunden in 3500 m Höhe,

Klimabehandlungen in den Versuchen 6-12:

1 3/4 Stunden in 4000 m Höhe.

Blutbild u. Senkung Nr. I:	Blutentnahme am Vortage der Klimabehandlung,
" " " " II:	Blutentnahme unmittelbar vor der Klimabehandlung,
" " " " III:	Blutentnahme unmittelbar nach der Klimabehandlung,
" " " " IV:	Blutentnahme zwei Stunden nach der Klimabehandlung,
" " " " V:	Blutentnahme sechs Stunden nach der Klimabehandlung,
" " " " VI:	Blutentnahme 24 Stunden nach der Klimabehandlung.

Messung der Blutsenkungsgeschwindigkeit in Westergren-Röhrchen unter Schrägstellung um 60° gegen die Senkrechte.

Die Serumeiweißfraktionen wurden mittels Papierelektrophorese nach der Methode von Grassmann und Hannig ermittelt, der Gesamteiweißgehalt des Serums nach der Kupfersulfatmethode (Boguth (11)).

I. Versuch.

Altdeutsche Schäferhündin S o n j a , 8 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	76	76	73	75	71	66
Rote Blutk.i.Mill.	6,60	6,86	6,63	6,74	6,25	5,68
Weiße Blutk.	5700	8150	11650	8850	8950	8850
Monozyten	5 %	3 %	4 %	3 %	4 %	4 %
Lymphozyten	21 %	19 %	18 %	19 %	20 %	20 %
Stabkernige L.	-	-	-	-	-	-
Segmentkernige L.	60 %	69 %	70 %	69 %	66 %	64 %
Eosinophile L.	14 %	9 %	8 %	7,5%	10 %	12 %
Basophile L.	-	-	-	0,5%	-	-

Blutkörper senkung

7 Min.	1	1	2	3	-	-
10 Min.	7	6	10	12	1	1
20 Min.	24	22	32	33	6	9
1 Std.	64	70	71	98	45	60
2 Std.	58	70	98	110	71	86
24 Std.	130	135	125	136	120	133

	<u>Atmung</u>	<u>Puls</u>	<u>Körpertemperatur</u>
Vor der Klima- behandlung	40	92	38,9
Nach der Klima- behandlung	54	86	38,8

Die elektrophoretische Untersuchung auf Bluteiweißkörper konnte nicht durchgeführt werden, da die Blutprobe hämolytisch geworden war.

2. Versuch.

Schäferhund, Rüde K a r l , 7 Jahre alt.

Blutbild:	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	94	97	90	91	88	94
Rote Blutk.i.Mill.	9,16	10,44	7,73	7,99	7,65	7,92
Weiße Blutk.	6650	12100	11700	12050	10750	12350
Monozyten	3 %	4 %	3 %	3 %	3 %	4 %
Lymphozyten	26 %	24 %	27 %	23 %	19 %	26 %
Stabkernige L.	-	-	-	-	-	-
Segmentkernige L.	58 %	60 %	59 %	65 %	67 %	56 %
Eosinophile L.	13 %	12 %	11 %	9 %	11 %	14 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperseukung:

7 Min.	-	1	1	1	2	1
10 Min.	1	2	2	3	3	2
20 Min.	3	4	5	8	8	7,5
1 Std.	12	23	24	28	23	27
2 Std.	25	37	58	67	39	46
24 Std.	83	78	94	92	75	87

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Globuline								
	Eiw.	Alb.	20	21	22	31	32	33	8
Vor d. Klimabehdlg.	6,9	49	3	4	6	3	6	14	15
Nach d. "	6,8	50	3	5	7	2	5	14	14
	Atmung		Puls		Körpertemperatur				
Vor d. Klimabehdlg.	24		96		38,5				
Nach d. "	76		112		39,8				

Während der Klimakammerbehandlung war der Hund sehr unruhig.

3. Versuch.

Bastardhündin *R e n a t e* , 4 1/2 Jahre alt.

Blutbild:	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	95	94	93	95	93	93
Rote Blutk.i.Mill.	7,49	7,45	7,84	7,47	7,50	6,99
Weisse Blutk.	7300	7600	7700	8800	8250	8350
Monozyten	5,5%	6 %	5,4%	5 %	5 %	5 %
Lymphozyten	34 %	37 %	27 %	32 %	32 %	30 %
Stabkernige L.	1 %	-	1 %	-	-	-
Segmentkernige L.	55 %	53 %	60 %	57 %	58 %	61 %
Eosinophile L.	4,5%	4 %	6,5%	6 %	5 %	4 %
Basophile	-	-	-	-	-	-

Blutkörperchenkung:

7 Min.	2	2	2	2	2	2
10 Min.	4	5	4	4	4	3
20 Min.	13	15	12	14	17	11
1 Std.	40	45	48	46	53	36
2 Std.	60	65	58	70	62	66
24 Std.	98	101	103	101	107	107

Serum-Eiweißverhältnis in %:

Globuline

	Eiw.	Alb.	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	β_3	γ
Vor d. Klimabehdlg.	6,0	55	4	4	6	3	4	10	14
Nach " "	6,0	54	4	4	5	4	4	12	13

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d. Klimabehdlg.	21	96	38,5
Nach " "	22	102	39,3

4. Versuch.

Fox - Bastardhündin E l l e n , 4 1/2 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	90	89	87	86	86	83
Rote Blutk.i.Mill.	7,60	7,57	7,22	7,16	7,01	6,37
Weiße Blutk.	10200	10000	10150	12350	11950	9550
Monozyten	2 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Lymphozyten	25 %	20 %	19 %	19 %	19 %	23 %
Stabkernige L.	-	-	-	-	-	-
Segmentkernige L.	64 %	66 %	69 %	67 %	68 %	62 %
Eosinophile L.	9 %	11 %	9 %	10 %	9 %	12 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörpernennung:

7 Min.	3	4	5	5	3	6
10 Min.	7	8	9	9	6	11
20 Min.	18	22	20	21	16	26
1 Std.	48	62	51	55	52	54
2 Std.	72	82	73	82	74	90
24 Std.	112	122	112	117	107	101

Serum-Eiweißverhältnis in %:

Globuline

	Eiw.	Alb.	G ₀	G ₁	G ₂	B ₁	B ₂	B ₃	Σ
Vor d.Klimabehdlg.	6,0	44	4	4	4	8	4	18	14
Nach " "	6,2	45	5	4	6	3	5	17	15

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d.Klimabehdlg.	52	94	38,4
Nach " "	60	88	38,5

5. Versuch.

Altdeutscher Schäferhund T r e f f , 2 Jahre alt .

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin GIM-Einheiten	87	90	89	90	91	90
Rote Blutk.i.Mill.	6,46	7,98	7,35	7,42	7,83	7,74
Weiße Blutk.	11650	12650	13450	12850	13300	12950
Monozyten	3 %	3 %	4 %	3 %	4 %	4 %
Lymphozyten	27 %	25 %	27 %	18 %	22 %	25 %
Stabkernige L.	-	-	-	-	-	-
Segmentkernige L.	62 %	64 %	61 %	73 %	68 %	62 %
Eosinophile L.	8 %	8 %	8 %	6 %	6 %	9 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperseukung:

7 Min.	4	3	4	4	3	4
10 Min.	6	6	8	7	4	7
20 Min.	16	14	12	14	10	19
1 Std.	40	40	52	45	42	52
2 Std.	73	62	72	67	69	76
24 Std.	128	123	125	126	122	118

Serum - Eiweißverhältnis in %:

	Globuline							
	Eiw.	Alb.	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	β_3
Vor d.Klimabehdlg.	6,5	47	4	4	9	3	4	13
Nach " "	6,6	47	4	4	9	3	5	11

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d.Klimabehdlg.	44	108	38,5
Nach " "	52	126	38,8

6. Versuch.

Altdeutsche Schäferhündin H e x e , 1 1/2 Jahre alt.

Blutbild:	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin GIM-Einheiten	82	83	84	81	78	79
Rote Blutkörp.i.Mill.	7,34	7,72	7,74	7,11	7,01	7,27
Weiße Blutk.	12240	12650	16800	16950	15100	13200
Monozyten	3 %	3 %	3 %	5 %	3 %	4 %
Lymphozyten	29 %	30 %	23 %	20,5%	21 %	23 %
Stabkernige L.	-	-	-	-	-	-
Segmentkernige L.	65 %	65 %	71 %	71 %	73 %	69 %
Eosinophile L.	3 %	2 %	3 %	3,5%	3 %	4 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperseukung:

7 Min.	1	1	1	1	2	6
10 Min.	2	3	2	4	4	11
20 Min.	14	12	7	16	18	62
1 Std.	41	45	34	51	48	102
2 Std.	66	68	52	73	65	114
24 Std.	118	124	123	128	129	135

Serum - Eiweißverhältnis in %:

	Globuline							
	Eiw.	Alb.	G ₀	G ₁	G ₂	B ₁	B ₂	B ₃
Vor d.Klimabehdlg.	6,8	48	4	6	7	3	5	18
Nach " "	6,4	45	4	5	8	4	7	13

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d.Klimabehdlg.	62	140	39,8
Nach " "	48	132	39,5

7. Versuch.

Altdeutscher Schäferhund, Rüde S c h w a r z e r ,
1 1/2 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	78	80	78	77	76	78
Rote Blutk.i.Mill.	6,23	6,47	6,36	6,26	5,81	6,39
Weiße Blutk.	16550	11400	15600	17250	16700	17150
Monozyten	6 %	5 %	4 %	6 %	4 %	6 %
Lymphozyten	42 %	31 %	22 %	28 %	22 %	31 %
Stabkernige L.	-	2 %	1 %	2 %	4 %	4 %
Segmentkernige L.	46 %	53 %	65 %	59 %	64 %	51 %
Eosinophile L.	6 %	9 %	8 %	5 %	6 %	8 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperseukung:

7 Min.	1	1	2	2	2	2
10 Min.	4	5	6	5	3	5
20 Min.	12	14	18	13	8	15
1 Std.	43	45	55	48	35	48
2 Std.	66	74	81	77	68	79
24 Std.	118	124	132	118	120	120

Serum - Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Alb.	Globuline						
			L ₀	L ₁	L ₂	β ₁	β ₂	β ₃	γ
Vor d.Klimabehdlg.	7,1	29	3	5	5	4	10	22	22
Nach " "	7,9	32	4	4	5	3	9	23	20
Atmung			Puls		Körpertemperatur				
Vor d.Klimabehdlg.	48		136		39,0				
Nach " "	50		144		39,1				

Anmerkung: Die hohe Zahl der Leukozyten und das abnorme Serumweißbild läßt auf einen durch die klinische Untersuchung nicht faßbaren pathologischen Prozeß schließen.

8. Versuch.

Cocker - Spaniel, Hündin, 2 1/2 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	77	80	83	84	79	83
Rote Blutk.i.Mill.	8,78	8,69	8,82	8,52	7,97	8,13
Weiße Blutk.	11100	12650	12800	13950	14800	14900
Monozyten	3 %	3 %	2,5 %	2,5 %	4 %	3 %
Lymphozyten	23 %	29 %	24 %	19 %	23 %	21 %
Stabkernige L.	2 %	2,5%	1,5%	3 %	4 %	2 %
Segmentkernige L.	71 %	63 %	69 %	74 %	67 %	70 %
Eosinophile L.	1 %	2,5%	3 %	1,5%	2 %	4 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperkenkung:

7 Min.	3	1	2	4	2	1
10 Min.	8	2	6	13	3	3
20 Min.	25	8	17	49	10	15
1 Std.	63	62	59	88	49	50
2 Std.	75	69	78	95	73	76
24 Std.	96	87	94	104	85	96

Serum - Eiweißverhältnis in %:

	Globuline								
	Eiw.	Alb.	L ₀	L ₁	L ₂	B ₁	B ₂	B ₃	Σ
Vor d.Klimabehdlg.	7,7	42	6	5	11	4	5	17	10
Nach " "	7,1	44	4	5	12	2	5	17	11
	Atmung		Puls		Körpertemperatur				
Vor d.Klimabehdlg.	44		108		38,8				
Nach " "	64		138		39,5				

Der Hund war während der Klimabehandlung unruhig.

9. Versuch.

Schwarzweißer Terrierbastard F i f f i , 7 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	81	82	86	85	84	85
Rote Blutk.i.Mill.	7,41	7,71	7,90	7,31	7,81	7,48
Weiße Blutk.	14300	13250	11550	13550	12900	12400
Monozyten	4 %	3,5%	3 %	4 %	5,5%	5 %
Lymphozyten	21 %	20 %	22 %	20 %	20 %	24 %
Stabkernige L.	-	-	-	-	1 %	2 %
Segmentkernige L.	69 %	70 %	72 %	72 %	70 %	63 %
Eosinophile L.	5,5%	6 %	3 %	4 %	3,5%	6 %
Basophile L.	0,5%	0,5%	-	-	-	-

Blutkörperseenkung:

7 Min.	2	2	2	1	2	2
10 Min.	3	3	3	2	3	3
20 Min.	11	30	17	15	19	27
1 Std.	35	82	67	32	72	85
2 Std.	62	99	82	52	81	95
24 Std.	76	112	115	112	108	118

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Alb.	Globuline						
			<i>L₁</i>	<i>L₁</i>	<i>L₂</i>	<i>B₁</i>	<i>B₂</i>	<i>B₃</i>	Σ
Vor d.Klimabehdlg.	7,2	36	6	7	9	4	9	15	14
Nach " "	7,1	35	6	7	9	5	9	17	12

	<u>Atmung</u>	<u>Puls</u>	<u>Körpertemperatur</u>
Vor d.Klimabehdlg.	44	112	38,3
Nach " "	48	124	38,6

10. Versuch.

Schnauzerhündin M ä d i , 4 1/2 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	87	86	84	84	86	87
Rote Blutk.i.Mill.	7,51	8,02	7,60	7,11	7,80	7,49
Weiße Blutk.	10100	9000	9200	9200	9100	8500
Monozyten	7 %	3 %	4 %	4 %	5 %	5 %
Lymphozyten	21 %	25 %	26 %	21 %	28 %	26 %
Stabkernige L.	3 %	3 %	4 %	3 %	3,5%	4 %
Segmentkernige L.	65 %	64 %	56 %	65 %	58 %	59 %
Eosinophile L.	4 %	5 %	10 %	7 %	5,5%	6 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörpernennung:

5 Min.	0	0	0	1	1	1
10 Min.	3	4	3	12	5	3
15 Min.	8	10	9	17	10	8
20 Min.	13	13	14	25	15	13
25 Min.	21	24	20	31	21	18
30 Min.	26	29	25	38	26	23
35 Min.	34	36	29	43	34	30
40 Min.	41	48	32	50	46	41

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline							Σ
		Alb.	α ₀	α ₁	α ₂	β ₁	β ₂	β ₃	
Vor d.Klimabehdlg.	6,6	51	7	4	5	4	5	11	13
Nach " "	6,4	53	5	5	6	2	5	13	11

	<u>Atmung</u>	<u>Puls</u>	<u>Körpertemperatur</u>
Vor d.Klimabehdlg.	38	116	38,5
Nach " "	44	124	38,8

11. Versuch.

Rottweiler, Rüde B r u n o , 2 1/2 Jahre alt.

Blutbild:	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	85	85	85	84	84	83
Rote Blutk.i.Mill.	8,00	8,06	8,32	7,57	7,78	7,24
Weiße Blutk.	5600	5600	7100	5550	5650	7200
Monozyten	7 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4,5%
Lymphozyten	32 %	26 %	23 %	28 %	21 %	20 %
Stabkernige L.	3,5%	3 %	2 %	2 %	2 %	4 %
Segmentkernige L.	42 %	53 %	60 %	56 %	62 %	57 %
Eosinophile	15 %	13 %	10,5%	10 %	11 %	12 %
Basophile	0,5%	1 %	0,5%	-	-	0,5%

Blutkörperseinkung:

5 Min.	1	1	2	1	1	1
10 Min.	3	3	8	4	2	2
15 Min.	7	6	16	8	3	4
20 Min.	10	10	21	14	20	9
25 Min.	15	16	28	19	8	14
30 Min.	18	21	31	24	11	19
35 Min.	22	26	34	29	14	23
40 Min.	28	30	37	34	18	26

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d.Klimabehdlg.	40	108	38,0
Nach " "	46	112	38,4

Die elektrophoretische Untersuchung auf Bluteiweißkörper konnte nicht durchgeführt werden.

12. Versuch.

Schäferhund, Rüde P i l o , 3 1/2 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>	<u>VI</u>
Hämoglobin, GIM-Einheiten	84	85	86	85	88	85
Rote Blutk.i.Mill.	8,87	8,34	7,96	8,60	6,44	9,09
Weiße Blutk.	7650	6700	7550	8200	7950	8950
Monozyten	5,5%	5 %	4 %	4 %	3 %	4,5%
Lymphozyten	31 %	23 %	21%	22 %	20 %	26 %
Stabkernige L.	2 %	2 %	2 %	4 %	2 %	3 %
Segmentkernige L.	55 %	61 %	64 %	63 %	71 %	61 %
Eosinophile L.	6 %	9 %	9 %	7 %	4 %	5,5%
Basophile L.	0,5 %	-	-	-	-	-

Blutkörpernennung:

5 Min.	1	1	2	1	1	1
10 Min.	2	3	5	5	3	4
15 Min.	3	8	12	11	7	8
20 Min.	4	12	18	16	13	13
25 Min.	6	17	24	20	18	18
30 Min.	9	21	29	25	21	23
35 Min.	13	24	32	28	25	26
40 Min.	17	28	36	33	29	30

Serum-Eiweißverhältnis in %:

Globuline

	<u>Eiw.</u>	<u>Alb.</u>	<u>G₀</u>	<u>G₁</u>	<u>G₂</u>	<u>G₃</u>	<u>G₄</u>	<u>G₅</u>	<u>Σ</u>
Vor d.Klimabehdlg.	7,0	39	3	3	8	4	46	17	20
Nach " "	6,9	40	5	4	7	3	6	17	18

	<u>Atmung</u>	<u>Puls</u>	<u>Körpertemperatur</u>
Vor d.Klimabehdlg.	48	136	38,6
Nach " "	52	144	38,8

Der Hund war während der Klimabehandlung ängstlich und oft unruhig.

Erläuterungen zu den Versuchsprotokollen Nr. 13 - 20.

1. Tag Klimabehandlung von 1 $\frac{3}{4}$ Std. Dauer in 4000 m Höhe
2. Tag " von 2 Std. Dauer in 4000 m Höhe
3. Tag " von 2 $\frac{1}{4}$ Std. Dauer in 4000 m Höhe.

Blutbild und Senkung Nr. I: Blutentnahme unmittelbar vor
der 1. Klimabehandlung,

" " " Nr. II: Blutentnahme unmittelbar nach
der 1. Klimabehandlung,

" " " Nr. III: Blutentnahme unmittelbar vor
der 2. Klimabehandlung,

" " " Nr. IV: Blutentnahme unmittelbar nach
der 2. Klimabehandlung,

" " " Nr. V: Blutentnahme unmittelbar vor
der 3. Klimabehandlung,

" " " Nr. VI: Blutentnahme unmittelbar nach
der 3. Klimabehandlung.

13. Versuch.

Schäferhund, Rüde Nr. 103 / 220 , 3 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	84	84	82	81	82	81
Rote Blutk.i.Mill.	8,58	8,59	8,23	7,07	7,78	7,79
Weiße Blutk.	6650	7100	7250	7600	6850	7050
Monozyten	5 %	4 %	4 %	3 %	3 %	5 %
Lymphozyten	22 %	21 %	20 %	22 %	31 %	22 %
Stabkernige L.	4 %	3 %	3 %	4 %	4 %	3 %
Segmentkernige L.	60 %	61 %	62 %	64 %	51 %	62 %
Eosinophile L.	9 %	11 %	11 %	7 %	11 %	8 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperchenkung:

5 Min.	1	1	1	1	1	1
10 Min.	4	4	3	3	3	5
15 Min.	10	10	9	7	6	10
20 Min.	15	14	15	12	10	18
25 Min.	19	17	20	16	14	23
30 Min.	23	21	23	21	17	27
35 Min.	26	25	27	25	20	22
40 Min.	31	30	31	29	23	36

Serum-Eiweißverhältnis in %:

		Globuline							
	Eiw.	Alb.	α ₀	α ₁	α ₂	β ₁	β ₂	β ₃	γ
Vor der 1. Klimabehdlg.	7,1	43	5	4	7	3	6	16	16
Nach " 3. "	7,2	40	5	5	7	4	6	14	19

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d. 1. Klimabehdlg.	42	102	38,8
Nach d. 1. "	44	106	38,8
Vor d. 2. "	40	100	38,7
Nach d. 2. "	42	104	38,8
Vor d. 3. "	40	108	38,8
Nach d. 3. "	40	100	38,8

14. Versuch.

Schnauzerhündin K o r a , 6 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	83	82	81	82	80	83
Rote Blutk.i.Mill.	7,23	7,37	7,49	7,49	7,39	7,14
Weiße Blutk.	7950	8200	11000	12000	9950	9650
Monozyten	5 %	4 %	4 %	3 %	5 %	4 %
Lymphozyten	35 %	26 %	27 %	23 %	40 %	20 %
Stabkernige L.	3 %	2,5%	3 %	5,5%	3 %	2 %
Segmentkernige L.	48 %	60 %	59 %	63 %	46 %	69 %
Eosinophile L.	8 %	6,5%	7 %	5,5%	6 %	5 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörper senkung:

5 Min.	1	1	1	1	1	1
10 Min.	3	5	4	5	2	4
15 Min.	7	9	8	8	3	13
20 Min.	10	13	12	12	5	20
25 Min.	15	17	18	17	7	28
30 Min.	18	23	24	23	10	36
35 Min.	22	28	27	28	13	42
40 Min.	25	33	31	34	16	50

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline						
		Alb.	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	β_3
Vor d.1.Klimabeh.	5,6	46	2	5	4	3	4	20
Nach d.3. "	6,4	48	4	4	7	2	4	15

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d.1.Klimabeh.	44	90	38,6
Nach d.1. "	44	92	38,6
Vor d.2. "	40	96	38,5
Nach d.2. "	42	98	38,6
Vor d.3. "	42	92	38,6
Nach d.3. "	44	90	38,7

15. Versuch.

Irish - Setter - Hündin A n k a , 7 Jahre alt.

Blutbild:	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	84	78	82	81	84	81
Rote Blutk.i.Mill.	6,39	7,04	7,32	7,14	6,91	7,01
Weiße Blutk.	6150	6500	6200	5550	7000	6650
Monozyten	5 %	6 %	5 %	5 %	4 %	4,5%
Lymphozyten	28 %	23 %	23 %	23 %	19 %	23 %
Stabkernige L.	4 %	3,75%	3 %	3 %	2 %	3 %
Segmentkernige L.	58 %	61 %	62 %	64 %	70 %	65 %
Eosinophile L.	5 %	6 %	7 %	5 %	5 %	4 %
Basophile L.	-	0,25 %	-	-	-	0,5%

Blutkörperchen:

5 Min.	1	0	1	1	1	1
10 Min.	5	1	5	5	2	2
15 Min.	13	3	10	8	4	4
20 Min.	19	8	16	14	6	7
25 Min.	25	11	24	20	8	12
30 Min.	34	16	32	25	10	15
35 Min.	37	19	37	29	13	18
40 Min.	42	22	43	34	15	21

Serum-Eiweißverhältnis in %:

Globuline

	Eiw.	Alb.	L ₀	L ₁	L ₂	B ₁	B ₂	B ₃	Σ
Vor d.1.Klimabeh.	5,8	51	5	5	6	4	5	11	13
Nach " 3. "	6,2	53	5	4	5	3	5	12	13

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d.1.Klimabeh.	40	102	38,7
Nach d.1. "	40	106	38,7
Vor d.2. "	38	100	38,6
Nach d.2. "	40	100	38,7
Vor d.3. "	36	102	38,7
Nach d.3. "	40	102	38,7

16. Versuch.

Sohnauzer, Rüde R a l p h , 6 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	84	83	82	81	81	80
Rote Blutk.i.Mill.	7,85	7,65	8,05	7,92	7,45	7,96
Weiße Blutk.	8750	8950	7800	9000	8200	8000
Monozyten	5 %	4 %	3 %	4 %	5 %	4 %
Lymphozyten	27 %	20 %	20 %	23 %	23 %	20 %
Stabkernige L.	3 %	3 %	3 %	4 %	4 %	3 %
Segmentkernige L.	59 %	68 %	65 %	60 %	61 %	66 %
Eosinophile	6 %	5 %	8 %	9 %	6,75%	7 %
Basophile L.	-	-	-	-	0,25%	-

Blutkörperseinkung:

5 Min.	1	1	1	1	1	1
10 Min.	3	3	2	3	4	6
15 Min.	8	5	5	6	11	9
20 Min.	13	9	9	10	16	15
25 Min.	16	12	14	15	22	28
30 Min.	19	17	17	19	26	34
35 Min.	24	22	21	22	30	38
40 Min.	26	25	23	26	35	43

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline							
		Alb.	L ₀	L ₁	L ₂	B ₁	B ₂	B ₃	Σ
Vor d. 1. Klimabeh.	7,9	40	3	5	7	4	8	19	14
Nach " 3. "	7,0	50	3	3	8	3	6	13	14
		Atmung	Puls			Körpertemperatur			
Vor d. 1. Klimabeh.	36		82			38,5			
Nach d.1. "	36		86			38,6			
Vor d.2. "	34		80			38,6			
Nach d.2. "	36		78			38,6			
Vor d.3. "	36		78			38,6			
Nach d.3. "	38		84			38,6			

17. Versuch.

Weißer Spitzbastard F i n d l i n g , 6 Monate alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	81	80	80	81	80	78
Rote Blutk.i.Mill.	6,69	6,40	6,55	6,24	5,68	5,28
Weiße Blutk.	5900	7550	7350	10900	7200	4800
Monozyten	4 %	2 %	2 %	3 %	2 %	3 %
Lymphozyten	30 %	27 %	28 %	29 %	30 %	28 %
Stabkernige L.	3 %	1 %	1 %	2 %	3 %	1 %
Segmentkernige L.	53 %	59 %	60 %	56 %	55 %	59 %
Eosinophile L.	10 %	11 %	9 %	10 %	10 %	9 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperensenkung:

5 Min.	1	0	1	1	1	1
10 Min.	2	1	2	2	2	2
15 Min.	3	2	3	4	5	3
20 Min.	4	4	5	6	7	5
25 Min.	5	6	7	9	9	6
30 Min.	6	8	8	11	11	8
35 Min.	8	11	10	13	12	11
40 Min.	11	13	11	14	14	13

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline							
		Alb.	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	β_3	γ
Vor d. 1. Klimabeh.	6,0	53	6	6	6	3	5	14	7
Nach " 3. "	5,6	56	5	6	7	3	4	12	7

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d. 1. Klimabeh.	42	114	39,0
Nach d. 1. "	36	98	39,0
Vor d. 2. "	40	110	38,9
Nach d. 2. "	38	96	38,8
Vor d. 3. "	38	108	38,9
Nach d. 3. "	36	100	38,9

18. Versuch.

Braune Dackelbastardhündin L i s a , 5 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	81	81	82	79	78	79
Rote Blutk.i.Mill.	7,15	6,36	6,22	6,63	6,66	6,10
Weiße Blutk.	9700	10300	8300	9700	8400	7200
Monozyten	5 %	4 %	3 %	3 %	4 %	2 %
Lymphozyten	22 %	22 %	23 %	24 %	22 %	24 %
Stabkernige L.	3 %	3 %	2 %	1 %	3 %	2 %
Segmentkernige L.	65 %	67 %	65 %	69 %	67 %	68 %
Eosinophile L.	5 %	4 %	5 %	3 %	4 %	4 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörperchenkung:

5 Min.	1	2	1	1	1	1
10 Min.	3	4	2	6	10	6
15 Min.	7	7	6	13	19	13
20 Min.	13	11	11	23	24	19
25 Min.	20	16	18	30	35	25
30 Min.	28	23	27	37	43	32
35 Min.	33	29	30	45	46	39
40 Min.	37	36	34	52	49	45

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline							
		Alb.	β_1	β_2	β_3	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
Vor d. 1. Klimabeh.	5,6	49	4	5	8	2	4	13	15
Nach " 3. "	5,6	49	4	4	7	3	4	14	15

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d. 1. Klimabeh.	34	78	38,5
Nach d. 1. "	34	76	38,5
Vor d. 2. "	36	76	38,6
Nach d. 2. "	34	74	38,6
Vor d. 3. "	36	74	38,5
Nach d. 3. "	38	74	38,6

19. Versuch.

Schäferhund Rüde R o l f , 6 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	81	82	82	83	82	83
Rote Blutk.i.Mill.	8,97	8,80	8,75	8,63	8,13	8,22
Weisse Blutk.	12050	9800	8950	8200	8700	8400
Monozyten	4 %	6 %	5 %	4 %	5 %	4 %
Lymphozyten	22 %	26 %	25 %	24 %	24 %	25 %
Stabkernige L.	3 %	3 %	4 %	2 %	1 %	-
Segmentkernige L.	53 %	52 %	51 %	55 %	58 %	57 %
Eosinophile L.	18 %	13 %	15 %	15 %	12 %	14 %
Basophile L.	-	-	-	-	-	-

Blutkörper senkung:

5 Min.	1	-	-	-	-	-
10 Min.	2	1	1	1	1	1
15 Min.	3	2	2	4	5	3
20 Min.	5	3	6	9	8	5
25 Min.	7	5	6	12	10	8
30 Min.	10	8	8	15	12	10
35 Min.	13	12	11	17	13	12
40 Min.	15	13	14	20	15	15

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline							
		Alb.	α ₀	α ₁	α ₂	β ₁	β ₂	β ₃	γ
Vor d. 1. Klimabeh.	6,8	55	4	5	6	2	3	17	8
Nach " 3. "	6,9	49	4	5	7	3	5	16	11

	Atmung	Puls	Körpertemperatur
Vor d. 1. Klimabeh.	38	92	38,6
Nach d. 1. "	46	112	39,0
Vor d. 2. "	36	86	38,5
Nach d. 2. "	50	108	39,1
Vor d. 3. "	36	84	38,5
Nach d. 3. "	40	96	38,8

Der Hund war während der Klimabehandlungen sehr unruhig.

20. Versuch.

Spitz - Hündin S p i t z i , 4 Jahre alt.

<u>Blutbild:</u>	I	II	III	IV	V	VI
Hämoglobin, GIM-Einheiten	80	79	80	78	79	80
Rote Blutk.i.Mill.	7,94	7,12	6,87	6,80	6,71	6,76
Weiße Blutk.	14150	15200	15500	17850	13850	13250
Monozyten	5 %	5 %	6,5%	6 %	5 %	6 %
Lymphozyten	24 %	21 %	21 %	19 %	24 %	21 %
Stabkernige L.	5 %	6 %	5 %	4 %	4 %	4 %
Segmentkernige L.	57 %	58 %	56 %	61 %	59 %	61 %
Eosinophile L.	8,5%	10 %	11 %	9 %	8 %	7,5%
Basophile L.	0,5%	-	0,5%	1 %	-	0,5%

Blutkörperseukung:

5 Min.	2	1	2	2	3	5
10 Min.	7	8	9	10	15	11
15 Min.	14	13	15	16	20	16
20 Min.	17	18	21	23	25	23
25 Min.	21	23	26	30	30	27
30 Min.	27	29	39	36	35	33
35 Min.	33	35	39	40	40	39
40 Min.	38	41	43	44	45	44

Serum-Eiweißverhältnis in %:

	Eiw.	Globuline							
		Alb.	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	β_3	γ
Vor d. 1. Klimabeh.	7,5	43	5	5	10	3	6	17	11
Nach " 3. "	7,0	45	5	4	7	4	6	16	13
Atmung			Puls			Körpertemperatur			

Vor d. 1. Klimabeh.	32	80	38,4
Nach d.1. "	34	78	38,5
Vor d.2. "	30	78	38,5
Nach d.2. "	30	80	38,5
Vor d.3. "	32	80	38,4
Nach d.3. "	34	80	38,5

D. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Aus den Versuchsprotokollen ist ersichtlich, daß bei einem Großteil der Versuche keine anhaltenden, durch eine Klimabehandlung hervorgerufenen Veränderungen zu erkennen sind. Auffallend ist aber doch die immer wieder auftretende, kürzer oder länger dauernde Leukozytose, die im 1., 7., 17. und 20. Versuch in Form eines kurzen Leukozytenanstiegs nach einer Klimabehandlung, einer Schreckleukozytose gleich, auftritt. Im 14. Versuch wurde diese nur vor und nach der 2. Klimabehandlung gefunden, im 4., 6. und 8. Versuch wirkte sie sich länger aus.

Bei der Betrachtung der Erythrozytenzahlen zeigte sich nur im 2. Versuch eine anhaltende Erythropenie nach der Klimabehandlung.

Im 12. Versuch war die der Klimabehandlung folgende Blutkörperkenkung auffallend beschleunigt, im 11. Versuch beide der Klimabehandlung folgenden.

Die elektrophoretische Untersuchung der Bluteiweißkörper ließ keinen Einfluß der Klimabehandlung auf das Serumeiweißverhältnis erkennen. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da Veränderungen im elektrophoretisch faßbaren Serumeiweißbild längere Zeit zu ihrer Ausbildung benötigen. Ein kurzer Reiz, wie ihn die durchgeführte Klimabehandlung darstellt, dürfte nicht in der Lage sein, das Serumeiweißspektrum meßbar zu verändern. Solche Veränderungen wären höchstens im Rahmen der Anpassungsreaktionen bei länger dauerndem Höhengaufenthalt zu erwarten.

Puls, Atmung und Körpertemperatur wurden nicht auffallend beeinträchtigt.

Dieses Ergebnis wird erklärlich, wenn wir uns des ersten Teils dieser Arbeit erinnern. Hier wurde berichtet, daß kurzdauernde Höhengaufstiege -der Unterdruck ist ja der stärkste Faktor der Klimakammer- nur kurzdauernde Umstellungsreaktionen des Organismus hervorrufen, die schnell wieder abklingen (B l a s i u s (9)).

Auch wurde nur ein Unterdruck gewählt, der zwar nach den Erfahrungen der Humanmedizin der Therapie dienen kann, aber keine anhaltende starke Beanspruchung des Organismus darstellt. Infolge des kleinen Innenraums der aufgestellten Kammer war es leider nicht möglich, während der Klimabehandlung Puls, Atmung und Körpertemperatur des Versuchshundes zu untersuchen oder Blut zur Untersuchung zu entnehmen.

E. Mängel der Tierklimakammer "Original Zeuzem"
und Vorschläge zu ihrer Verbesserung.

Die Mängel der Tierklimakammer "Original Zeuzem", die sich im Laufe der Zeit bei ihrer Benutzung herausstellten, werden nachstehend mit gleichzeitigen Verbesserungsvorschlägen angeführt:

Als Mängel machten sich störend bemerkbar:

a) Die geringe Größe der Klimakammer.

Durch die geringe Größe dieser Tierklimakammer ist es unmöglich, den Patienten während der Klimabehandlung zu untersuchen und ihm Medikamente sowie bei längerer Klimabehandlung Nahrung zuzuführen. Ferner wird in diesem zu kleinen Raum das Klima durch den Patienten selbst zu stark verändert. Die Kammertemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit unterliegen je nach Temperament des Patienten mehr oder weniger starken Schwankungen. Vor allem aber sinkt der Sauerstoffpartialdruck nicht unerheblich durch den Sauerstoffverbrauch des Patienten ab. Schließlich fehlt die Möglichkeit, die in einer Klimakammer gegeben sein müßte, mehrere Patienten zu gleicher Zeit zu behandeln.

b) Das Fehlen einer Kühlanlage.

Durch das Fehlen einer Kühlanlage können in dieser Klimakammer die relative Luftfeuchtigkeit und die Kammertemperatur nicht reguliert werden.

c) Die fehlende Dosierbarkeit der Aerosolbehandlung.

Der in dieser Tierklimakammer eingebaute Vernebler erlaubt keine genaue Dosierung des als Aerosol zerstäubten Medikamentes und läßt sich nicht auf eine bestimmte Tröpfchengröße einstellen; außerdem erfolgt in diesem Vernebler keine unipolare elektrische Aufladung.

Auf Grund dieser Beanstandungen werden nachstehende Verbesserungsvorschläge gemacht:

Zu a): Entsprechend der Beschreibung des in Frankfurt a.M.

aufgestellten "Künstlichen Hochgebirgszimmers" (V o s s und G r i e b e l (71)) wird vorgeschlagen, in einer größeren Tierklinik jeweils eine Klimakammer in Zimmergröße einzubauen. Eine derartige Klimakammer muß jederzeit durch eine Schleuse betretbar sein. Ein eingebautes Beobachtungsfenster muß Einblick in das Innere der Kammer gestatten. Für eine Tierklinik ist die Unterteilung dieses Zimmers für die gleichzeitige Behandlung mehrerer Patienten -besonders von Hunden- in mehrere Buchten empfehlenswert, die mit Ultraviolett- und Infrarotstrahlern zu versehen sind. Außer einem Anschluß an Sauerstoffflaschen müssen als Kontrollgeräte mehrere Thermometer, ein Hygrometer und ein Unterdruckmesser vorhanden sein. Ein größerer Exhaustor ist notwendig, um in kurzer Zeit den erwünschten Unterdruck zu erzeugen. Sämtliche Geräte sind so anzubringen, daß sie außer- und innerhalb der Klimakammer abzulesen und zu bedienen sind.

Zu b): Durch eine an der Decke der Kammer angebrachte Kühlanlage müssen die relative Luftfeuchtigkeit und die Kammertemperatur reguliert werden können.

Zu c): Für die wirkungsvolle Aerosoltherapie ist der Einbau einer der kontrollierbaren und genau einzustellenden Apparaturen notwendig, die im ersten Teil dieser Arbeit im Abschnitt "Aerosole" genannt sind und die auch die unipolare elektrische Aufladung der Aerosole ermöglichen.

Erst nach Berücksichtigung dieser Verbesserungsvorschläge wird die Klimakammer den Anforderungen gerecht, die an sie hinsichtlich der Behandlung von Kleintierpatienten gestellt werden.

F. Schlußsätze.

Im ersten Teil dieser Arbeit werden an Hand des Schrifttums die physiologischen Wirkungen und die therapeutischen Möglichkeiten folgender physikalischer Heilfaktoren besprochen: der ultravioletten Strahlen, der infraroten Strahlen, der Aerosole, künstlich erzeugter Aeroionen, des Unterdrucks und Sauerstoffmangels und der Klimakammer in der Gesamtheit der in ihr wirkenden Faktoren. Daraus ergibt sich, welch großen Einfluß diese Klimafaktoren auf das Körpergeschehen nehmen und welche Anwendungsmöglichkeiten zur Therapie sich hieraus ableiten lassen.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die in der Giessener Medizinischen Veterinärklinik aufgestellte Tierklimakammer "Original Z e u z e m " beschrieben. - In 20 Versuchen an Hunden wurde der Einfluß einer Klimakammerbehandlung auf einige physiologische Vorgänge untersucht. Die Versuche zeigten, daß eine ein- bis dreimalige Klimabehandlung in einem Unterdruck, der 3500 bis 4000 m entspricht, keine auffallenden, nachhaltigen Veränderungen des Blutbildes, der Blutkörperseinkungsgeschwindigkeit, des Serumweißverhältnisses und von Puls, Atmung und Körpertemperatur hervorruft. Als einzige Reaktion trat mehrfach eine kürzer dauernde oder länger anhaltende Leukozytose nach den Klimabehandlungen auf. Untersuchungen während der Klimabehandlung erlaubte die geringe Größe der hier aufgestellten Tierklimakammer nicht.

Im letzten Abschnitt sind einzelne Mängel der Tierklimakammer "Original Z e u z e m " und Vorschläge zu ihrer Verbesserung aufgezeichnet.

Herrn Professor Dr. Otto D e h n e r darf
ich an dieser Stelle für die Überlassung
der Arbeit und die hilfsbereite Unterstützung
meinen herzlichen Dank aussprechen.

G. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s .

1. Aiki, T. Über die Änderung von Erythrozytenzahl, Hämoglobinmenge, Pulszahl und Blutdruck des Menschen unter dem verminderten Luftdruck.
Okayama - Iggakai - Zasshi 51, S. 2470 - 2478,
Luftfahrt-med. 4, 344, 1939.
2. Amelung, W. Künstliches Klima, heilklimatisch gesehen.
Der Balneologe. 6, 218-224, 1939.
3. Armstrong, H.G. The toxicity of oxygen at decreased barometric pressures (Die Giftigkeit von Sauerstoff bei erniedrigtem barometrischem Druck).
Mit. Surgion. 83, 148-151, 1938.
Luftfahrtmed. 3, 245, 1938.
4. Beck und Legel. Luftionenmessungen an einer Klimakammer.
Der Balneologe. 11, 23, 1944.
5. Benner, E. Über den Einfluß der Infrarotstrahlen auf das Blutbild wachsender Saugferkel.
Diss. Giessen 1952.
6. Benzinger, Th. Untersuchungen über die Atmung und den Gasstoffwechsel, insbesondere bei Sauerstoffmangel und Unterdruck, mit fortlaufend unmittelbar aufzeichnenden Methoden.
Ergebnisse d. Physiol. 40, 1-52, 1938.

7. Berger, Gladstone, Horwitz, Jackenthal und Pruss. The effect of anoxic anoxia on the human kidney. (Die Wirkung von äußerem Sauerstoffmangel auf die menschliche Niere). J.clin.Invest. 28, 648-652, 1949.
Kongreßzentralblatt f.d.ges. innere Med. 125, 92, 1950
8. Bilger u.Schiessle. Die Aerosoltherapie. Münch.Med.Wschr. 94, 2276-2278, 1952.
9. Blasius, W. Die gesetzmäßige Beziehung zwischen Hämoglobingehalt und Höhenfestigkeit. Zeitschr.f.Kreislaufforsch. 37, 581-594, 1948.
10. Blasius u. Brauereisen. Eine neue Möglichkeit zur Beeinflussung der Höhentoleranz des Menschen in der Unterdruckkammer. Luftfahrtmed. 6, 67-82, 1942.
11. Boguth, W. Papierelektrophoretische Untersuchungen bei Haussäugetieren. Zbl.f.Vet.Med.1, 168-187, 1953.
12. Bovenkamp, G.J. Der Einfluß der ultravioletten und roten Strahlen auf die Haut. Nederlandsch tijdschr.v.genees K., 71, 1617.
Jahresbericht f.Vet.Med.47, 502, 1927.
13. Büchner, Fr. Die pathogenetische Wirkung des allgemeinen Sauerstoffmangels insbesondere bei der Höhenkrankheit und dem Höhentode. Klin.Wschr.21, 721-725, 1942.

14. Busch und Brinkmann. Neue Wege der Aerosoltherapie mit Depot-Antibiotika und Hyaluronidase.
Münch.med. Wschr.94, 487-492, 1952.
15. Diringshofen, v.,H. Hyperaemie der Lunge durch Unterdruckatmung.
Dtsch.med.Wschr., 75, 354-355, 1950.
16. Eichhorn,v., J.-L. Physikalische und physikalisch-biologische Effekte u. Anwendungsmöglichkeiten unipolargeladener wässriger Aerosole.
Kolloid-Zeitschr.115, 169-184, 1949.
17. Ewig und Hinzberg. Kreislaufstudien im Hochgebirge.
Klin.Wschr.,9,1812-1814,1930.
18. Findeisen, W. Über das Absetzen kleiner, in der Luft suspendierter Teilchen in der menschlichen Lunge bei der Atmung.
Pflügers Archiv, 236, 367-379, 1935.
19. Georg und Sonne. Untersuchungen über Puls und Respiration bei fallender Sauerstoffspannung in der Respirationsluft.
Bibl.laeg.139,41-50,1947(Dänisch).
Kongr.Zentr.Bl.für ges.innere Med.122, 133, 1949.
20. Goebel u.Marczewski. Vom Einfluß kurzdauernder Senkung des Atmosphärendrucks auf den Organismus des Tieres.
Polski Przegl.Med.Cotn.,8,1-24.
Luftfahrtmed.4, 169, 1940.

21. Gollwitzer-Meier, Kl. Anoxaemie und Kreislauf.
Pflügers Archiv, 220,
434-447, 1928.
22. Gollwitzer-Meier, Kl. Über die Nachdauer der At -
mungsveränderungen des Sauer -
stoffmangels.
Pflügers Arch., 249, 17-31, 1947.
23. Graff, W.D. Die Abhängigkeit der Höhenfe -
stigkeit von der Aufstiegsge -
schwindigkeit im Tierexperimen -
t.
Luftfahrtmed., 1, 351-354, 1936.
24. Griebel. Über die Beeinflussung des
Grundumsatzes durch die aller -
genfreie Kammer und die Klima -
kammer.
Zeitschr. f. Laryng., 24, 207-210,
1933.
25. Grollmann und Schlagvolumen und Zeitvolumen.
Baumann. Th. Steinkopf-Verlag, 1. Aufl.,
Dresden und Leipzig 1935.
26. Grandjean und Physiologische Wirkungen des
Gautier. mittleren Höhenklimas.
Bull. Schweiz. Med. Wiss., 6,
34-42, 1950.
27. Happich, C. Luftelektrizität u. Krankenbe -
handlung, Tatsachen u. Ausblick
Dtsch. med. Wschr., 64, 665-668,
1938.
28. Hausmann, W. Aerosole für die tierärztliche
Praxis.
Tierärztl. Umschau, 7, 93-94, 1952.
29. Hausmann, W. Die Anwendungsmöglichkeiten für
Aerosole in der Veterinärmedi -
zin unter besonderer Berück -
sichtigung des Tbc.-Aerosols
"Coniferol".
Zeitschr. f. Aerosolforschung, 1,
112-114, 1952.

30. Hemmer, R. Regulierung der Körpertemperatur bei Sauerstoffmangel.
Dtsch.Gesundheitswesen, 1,
663-668, 1946.
31. Henschke, U. Biologische und physikalische Grundlagen der Rot- und Ultrarottherapie.
Strahlentherapie, 66, 646-661, 1939.
32. Heinzeroth, H. Tierversuche über die biologische Wirkung sichtbaren Lichtes von sonnengleicher Intensität.
Dissertation Göttingen, 1939.
Jahresber.f.Vet.Med., 68, 248, 1941.
33. Herbst, R. Über Anpassungsvorgänge des menschlichen Körpers an Sauerstoffmangel.
Luftfahrtmed.Abhandl., 1, 141-159,
1936.
34. Herbst, R. Schlag-u.Minutenvolumen des Herzens in großen Höhen.
Luftfahrtmed.Abhandl., 2, 26, 1937.
35. Herbst, R. Der Einfluß des Sauerstoffmangels auf den Kreislauf.
Luftfahrtmed. 1, 20-25, 1936.
36. Herbst und Manigold. Das Verhalten von Kreislauf und Atmung bei Sauerstoffmangel.
Arb.physiol., 9, 166-181, 1936.
37. Holz, A. Die Beeinflussung des Blutbildes des gesunden Hundes durch Ultraviolettbestrahlung.
Tierärztl.Rundsch., 35, 365-370, 1929.
38. Jochims, J. Zur Frage der klimatischen Behandlung akuter Erkrankungen der Atmungsorgane im Kindesalter.
Der Balneologe, 5, 525-528, 1938.
39. Jordanoff. Künstliche Höhensonne in der Hundep Praxis.
Tierärztl.Rdsch., 30, 647-651, 1924.
40. Keiler, H. Versuche über die Wirkung schneller Luftdruckerniedrigung an Tieren.
Luftfahrtmed., 6, 93-104, 1942.

41. Kleine, H. Vergleichende Blutsenkungen bei gesunden Hunden mit einer Schnellsenkungsmethode und mit der Methode Westergren. Dissertation Giessen, 1951.
42. Koch, E. Das Verhalten des Kreislaufs in großen Höhen. Luftfahrtmed. Abhandl., 1, 30-39, 1936.
43. Küster und Frieber. Die neueren Ergebnisse von Untersuchungen über Einwirkung künstlich ionisierter Luft auf den Organismus höherer Lebewesen. Bioklimatische Beiblätter, 95-102, 1941; 11-14, 129-139, 1942; 54-65, 133-144, 1943.
44. Linke, F. Zur Physik des künstlichen Klimas. Der Balneologe, 6, 241-249, 1940.
45. Liere, van, E.J. The effect of anoxia on the alimentary tract. (Die Wirkung von Anoxaemie auf den Verdauungstrakt. Physiologie. Rev. 21, 307-323, 1941. Kongr. Zentr. Bl. für ges. innere Med., 113, 32, 1943.
46. Loeschke, H.H. Experimentelle Untersuchungen am Menschen über die Kreislaufumstellung im akuten Sauerstoffmangel. I. Mitt. Pflügers Archiv, 246, 44-58, 1942.
47. Lorenz, Fr. Untersuchungen in der Klimakammer beim gesunden und kranken Menschen. Zeitschr. f. Klin. Med., 133, 178, 1938.
48. Mallison, R. Der Einfluß der Höhe auf die Magen-funktionen. Luftfahrtmed., 4, 156, 1939.
49. Noell und Schneider. Über die Durchblutung und die Sauerstoffversorgung im akuten Sauerstoffmangel. I. Mitteilung: Die Gehirndurchblutung. Pflügers Archiv, 246, 181-200, 1942.
50. Noell und Schneider. II. Mitteilung: Der Liquordruck. Pflügers Archiv, 246, 201-206, 1942.

51. Nüchel, H. Drei allgemeine Grundregeln der Aerosol-Therapie.
Zeitschr.f.Aerosolforsch.,1, 141-146, 1952.
52. Nüchel, H. Dringende Aufgaben der Aerosolgrundlagenforschung.
Zeitschr.f.Aerosolforsch.,1,15-22, 1952.
53. Pichotka. Über charakteristische histologische Veränderungen der Leber beim akuten experimentellen Höhentod.Klin.Wschr., 20, 726, 1941.
54. Pop, V. Der Einfluß ultravioletter Strahlen auf das weiße Blutbild beim Hunde.
Dissertation Bukarest, 1933.
Jahresber.f.Vet.med., 55, 334, 1934.
55. Rademacher. Die Quecksilberquarzlampe "Künstliche Höhensonne" und ihre Anwendung bei Hautleiden des Hundes.
Dissertation Giessen, 1917.
Jahresber.f.Vet.med.,37,118, 1917.
56. Reitz, M. Weitere Erfolge bei Krankenbehandlungen mit künstlichem Klima.
Münch.med. Wschr.,85,1714-1716,1938.
57. Rieß, O. Die Inhalationstherapie mit Luftionen.
Arch.f.phys.Ther.,2, 386-394, 1950.
58. Robin,J.-Ch. Utilisation du rayonne ment infra-rouge dans L'elevage des poussins et des poreletts.
Dissertation Lyon, 1949.
59. Robin und Cavaye. Die Aerosolbehandlung:Erste Versuche zur Anwendung in der Veterinärmedizin.
Rec.de Médecine Vétérinaire, 126, 5-16, 1950.
Dtsch.Tierärztl.Wschr.,58,139,1951.
60. Scholtz, v.Mereny, Korényi u. Gordon. Über die Steigerung der Höhenfestigkeit durch wiederholte U-Kammeraufstiege.
Luftfahrtmed. 8, 331, 1944.

61. Schubothé. Schädigungen des Zentralnervensystems der Katze im Unterdruckversuch.
Klin.Wschr.,20,943, 1941.
62. Sirotin,N.,N. Über die Resistenz gegen verminderten atmosphärischen Druck.
Med.Z.Akad.Nank URSR,10,1415-1427, 1940.
Nach dtsh.Zusammenfassung,1429-1431,Luftfahrtmed.,6,255, 1942.
63. Streit, K. Über den Einfluß des Höhenklimas auf die Thrombozytenzahl und die Retraktion des Fibrins.
Pflügers Archiv,254,246-256, 1951.
64. Strughold,H. Die physiologische Wirkung großer Höhen.
Luftwissen. 7, 269-276, 1940.
65. Strughold und Ruff. Grundriß der Luftfahrtmedizin.
J.A. Barth-Verlag, 2.Aufl.,Leipzig 1939.
66. Tancreé, E. Krankenbehandlung mit künstlichem Klima.
Münch.med.Wschr.,85,1263-1266, 1938.
67. Toth,L.,A. Urine excretion during anoxia from normal and denervated kidneys in dogs with and without adrenal glands. (Die Harnausscheidung des Hundes während Sauerstoffmangel bei normaler und entnervter Niere mit und ohne Nebenniere).
Amer.J.Physiol.,129, 532-538,1940.
Kongr.z.Bl.f.d.ges.inn.Med.,113, 158, 1943.
68. Vogt, H. Lehrbuch der Bäder- u.Klimaheilkunde.
Julius Springer-Verlag, Berlin, II.Teil, 950-965, 1940.

69. Vogt u. Amelung. Einführung in die Balneologie u. medizinische Klimatologie. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. II. Auflage, 1952.
70. Voss, O. Die Klimakammer und ihre Verwendung. Klin. d. Tuberk., 89, 311-315, 1937.
71. Voss und Griebel. Künstliches Hochgebirgszimmer. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk., 20, 270-274, 1928.
72. Wedekind, Schmitz, Feser, Kasten. Luftelektrizität und Mensch unter besonderer Berücksichtigung der Lungen und der Lungentuberkulose. Beitr. Klin. Tbk., 101, 154-163, 1948.
73. Wieser. Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Quarzlampe - Künstliche Höhensonne - bei Hautleiden und inneren Erkrankungen der Haustiere. Tierärztl. Rundsch., 31, 208-211, 1925.
74. Wittmann - Refik. Die Anwendung der ultravioletten Strahlen beim Pferde und ihr Einfluß auf das Blutbild. Tierärztl. Rundsch., 34, 383-389, 1928.
75. Wirth, D. Versuche mit der Quarzlichtbehandlung bei Hautkrankheiten der Haustiere. Monatshefte f. prakt. Tierheilk., 29, 554-565, 1914.
76. Wolters. Aktive Immunisierung durch Inhalation von Impfstoffaerosolen in der Humanmedizin. Zeitschr. f. Aerosolforsch., 1, 22-25, 1952.

77. Zaeper, G. Über regulatorische Vorgänge im Organismus bei Sauerstoffmangel.
Klin.Wschr., 18, 949-952, 1939.

Lebenslauf.

Ich, Hans-Jürgen Sörrensen, wurde als Sohn des jetzigen Oberregierungs- und veterinärrats Dr.med.vet. Georg Sörrensen und seiner Ehefrau Helene, geb. Warstat, am 10. Januar 1928 in Oldenburg i.O. geboren und bin evangelischer Konfession. Ich besuchte in Ebenrode/Ostpr. von 1934 bis 1938 die Grundschule und anschließend die dortige Oberschule. Von Januar 1944 bis April 1945 war ich als Marineflakhelfer eingezogen. Im September 1944 wurde meine Heimatstadt Ebenrode/Ostpr. von den Russen besetzt. Nach Teilnahme an einem Übergangskursus für Kriegsteilnehmer in Hannover erhielt ich im März 1946 das Reifezeugnis. Im Mai 1946 begann ich an der Tierärztlichen Hochschule zu Hannover das Studium der Veterinärmedizin, das ich für ein Semester krankheitshalber unterbrechen mußte. Im November 1951 beendete ich das Studium mit der tierärztlichen Prüfung, Prädikat "Gut".

Mein Praktikantenhalbjahr absolvierte ich an der Medizinischen Veterinärklinik der Justus Liebig-Hochschule zu Giessen. Seit dem 1. Juni 1952 bin ich approbierter Tierarzt. Nach mehrmonatiger Assistententätigkeit in der tierärztlichen Praxis arbeite ich jetzt am Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt in Oldenburg.

